

**SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS NI(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-
(((4-METOKSIFENIL)IMINO)METIL)FENOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN
DENGAN VARIASI WAKTU**

SKRIPSI

**Oleh:
M ZAKKA ALI RIZANI
NIM. 200603110120**



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

**SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS NI(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-
(((4-METOKSIFENIL)IMINO)METIL)FENOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN
DENGAN VARIASI WAKTU**

SKRIPSI

**Oleh:
M ZAKKA ALI RIZANI
NIM. 200603110120**

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

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

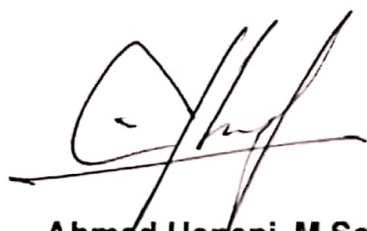
**SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS NI(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-
(((4-METOKSIFENIL)IMINO)METIL)FENOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN
DENGAN VARIASI WAKTU**

SKRIPSI

Oleh:
M ZAKKA ALI RIZANI
NIM. 200603110120

Telah Diperiksa dan Disetujui:
Tanggal : 13 Desember 2024

Pembimbing I



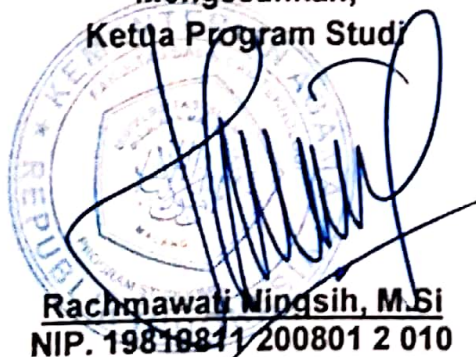
Ahmad Harapi, M.Sc
NIP. 19851225 202321 1 021

Pembimbing II



Dr. M. Imamudin, Lc., M.A
NIP. 19740602 200901 1 010

Mengesahkan,
Ketua Program Studi



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

**SINTESIS SENYAWA KOMPLEKS NI(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-
(((4-METOKSIFENIL)IMINO)METIL)FENOL MENGGUNAKAN METODE PENGGERUSAN
DENGAN VARIASI WAKTU**

SKRIPSI

Oleh:
M ZAKKA ALI RIZANI
NIM. 200603110120

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan
untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal: 13 Desember 2024**

Penguji Utama : Dr. Suci Amalia, M.Sc
NIP. 19821104 200901 2 007

(.....)

Anggota Penguji I : Fadilah Nor Laili Luftia, M.Biotech
LB. 63033

(.....)

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

(.....)

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

(.....)

**Mengesahkan,
Ketua Program Studi**



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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, dengan ucapan syukur kepada Allah SWT, saya mempersembahkan skripsi ini untuk:

1. Orang tua saya tercinta, bapak Ali Mahsus, S.Ag dan Ibu Siti Mukaromah, S.Ag yang senantiasa memberikan segala daya dan upaya, do'a, nasehat, serta dukungannya untuk putra sulung kalian ini. Skripsi ini merupakan bukti bahwa betapa luar biasanya pendidikan, cinta dan perhatian yang Bapak dan Ibu berikan. Bapak dan Ibu adalah satu-satunya alasan kenapa saya bisa mencapai titik ini. Maafkan anakmu yang belum bisa memberikan yang terbaik, namun doa selalu terpanjat agar Allah SWT membalas setiap kebaikan, kasih, dan perjuangan kalian dengan pahala yang tak terhingga.
2. Adik satu-satunya Zakiya Darajat (Ara) yang selalu memberikan dukungan dalam setiap langkah yang dipilih kakaknya.
3. Untuk Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc dan Bapak Dr. M. Imamudin, LC., M.A selaku dosen pembimbing saya, serta Ibu Dr. Suci Amalia, M.Sc dan Ibu Fadila, M.Biotech selaku dosen penguji. Terima kasih atas bimbingan, arahan dan masukan yang sangat berharga selama proses penyusunan skripsi ini. Ilmu dan dedikasi Bapak dan Ibu dosen telah menjadi
4. Kepada pemilik NIM. 200603110123 yang selalu menemani dan memberikan dukungan kepada saya untuk menyelesaikan skripsi ini.
5. Seluruh tim basa Schiff 2020, terima kasih untuk dukungan, bantuan, kekompakan, dan motivasinya. Tanpa bantuan kalian, skripsi ini tidak akan selesai tepat pada waktunya.
6. Seluruh anggota kontrakan ceria, terima kasih atas semangat dan canda tawa kalian semua selama ± 3 tahun menemani hidup di Malang ini.
7. Teman-teman AURUM angkatan 2020, terima kasih telah memberi warna dalam proses pendidikan saya.

MOTTO

Allah SWT tidak pernah menaruh tanggung jawab di bahu yang salah, jika kamu yang terpilih berarti kamu mampu

(Q.S Al-Baqarah 286)

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : M Zakka Ali Rizani

NIM : 200603110120

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) Dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)lmino)Metil)Fenol Menggunakan Metode Penggerusan Dengan Variasi Waktu

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar 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.

Malang, 23 Desember 2024

Yang membuat pernyataan



M Zakka Ali Rizani

NIM. 200603110120

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb

Alhamdulillah, segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik serta hidayah-Nya yang tiada henti kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul **“Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) Dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan dengan Variasi Waktu”**. Sholawat serta salam semoga senantiasa dilimpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan suri tauladan kepada umatnya, keluarganya, sahabatnya serta para pengikutnya.

Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu kriteria kelulusan. Pada kesempatan ini dengan segenap ketulusan hati penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Kedua orang tua, adik serta keluarga tersayang yang senantiasa memberikan do'a, nasehat serta dukungan kepada penulis.
2. Prof. Dr. M. Zainuddin, MA., selaku Rektor Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Prof. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si., selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang
5. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing penulis yang telah memberikan saran, mengarahkan, memberikan nasihat serta masukan kepada penulis.
6. Bapak Dr. M. Imamudin Lc, M.A selaku dosen pembimbing agama penulis yang memberikan saran, mengarahkan, memberikan nasihat serta masukan kepada penulis.
7. Seluruh dosen dan laboran Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberikan ilmu pengetahuan dan wawasannya sebagai pedoman dan bekal bagi penulis.
8. Zahrotul Ainiyah Oktavia yang selalu menemani, membantu dan memberikan masukan kepada penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
9. Teman-teman basa Schiff 2020 yang membantu penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
10. Teman-teman sekontrakan yang membantu penulis dalam mengerjakan skripsi ini.
11. Teman-teman angkatan 2020 Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
12. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah ikut memberikan do'a, dukungan dan motivasi kepada penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, dengan kerendahan hati penulis menerima segala kritik dan saran dari semua pihak yang bersifat membangun. Penulis berharap rancangan penelitian ini dapat bermanfaat dan menambah ilmu pengetahuan. Aamiin

Wassalamu'alaikum Wr.Wb

Malang, 27 Desember 2023

Penulis

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
المخلص	xxvii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)Metil)Fenol	5
2.2 Senyawa Kompleks	5
2.3 Logam Nikel	6
2.4 Sintesis Menggunakan Metode Penggerusan	7
2.5 Karakterisasi Ligan dan Kompleks	8
2.5.1 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)	8
2.5.2 Karakterisasi Ligan Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform-Infrared (FTIR)	10
2.5.3 Karakterisasi Ligan Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer Ultraviolet – Visible (UV-Vis)	11
2.6 Sintesis senyawa Kompleks Basa Schiff dalam Perspektif Islam	12
BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	15
3.2 Alat dan Bahan	15
3.2.1 Alat	15
3.2.2 Bahan	15
3.3 Rancangan Penelitian	15
3.4 Tahapan Penelitian	15
3.5 Prosedur Penelitian	16
3.5.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan (Adawiyah, 2017)	16
3.5.2 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan	16
3.6. Karakterisasi Ligan dan Kompleks	16
3.6.1 Uji Sifat Fisik Ligan dan Kompleks menggunakan MPA (Nadhifah, 2020)	16
3.6.2 Uji Kelarutan Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Akuades dan NaOH 2M (Nadhifah, 2020)	17

3.6.3 Karakterisasi Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan GC-MS (Nadhifah, 2020)	17
3.6.4 Karakterisasi Ligan dan Kompleks menggunakan Spektrofotometer FTIR (Solawati, 2021)	17
3.6.5 Karakterisasi Ligan dan Kompleks menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Fahriyah, 2021)	17
3.7 Rekristalisasi Senyawa Kompleks	18
3.8 Analisis Data	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	19
4.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	19
4.2 Uji Sifat Fisik dan Kimia Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil) fenol	19
4.3 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer FTIR	21
4.4 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer GC-MS	22
4.5 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol (Ni-MMS)	25
4.6 Karakterisasi Senyawa Kompleks Ni-MMS menggunakan Spektrofotometer FTIR	26
4.7 Karakterisasi Senyawa Kompleks Ni-MMS menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	28
4.8 Perbandingan Spektrofotometer FTIR dan UV-Vis antara Kompleks Ni-MMS 60 Menit dan Rekristalisasi Kompleks Ni-MMS 60 Menit	30
4.9 Manfaat Senyawa Kompleks Basa Schiff (Ni-MMS) Menurut Pandangan Islam	33
BAB V PENUTUP	37
5.1 Kesimpulan	37
5.2 Saran	37
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Perbandingan hasil uji sifat fisik.....	20
Tabel 4.2 Hasil interpretasi FTIR produk ligan	22
Tabel 4.3 Sifat fisik produk sintesis kompleks basa Schiff	26
Tabel 4.4 Hasil interpretasi spektra FTIR produk sintesis	27
Tabel 4.5 Hasil interpretasi spektra UV-Vis ligan dengan kompleks Ni-MMS	29
Tabel 4.6 Hasil interpretasi spektra FTIR produk rekristalisasi	31
Tabel 4.7 Hasil interpretasi spektra UV-Vis hasil rekristalisasi	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol (Fachriyah, 2021)	5
Gambar 2.2 Struktur senyawa kompleks (a) logam Ni(II) dengan ligan basa Schiff dari 2-hydroxy-1-napthaldehyde dan 4-aminobenzonitrile. Struktur senyawa kompleks (b) dengan logam Ni(II) ligan basa Schiff 1-(((4-nitrophenyl)imino)methyl)naphalen-2-ol.....	6
Gambar 2.3 Konfigurasi elektron atom nikel.....	7
Gambar 2.4 Kromatogram produk sintesis (Nadhifah, 2020).....	9
Gambar 2.5 Spektra massa variasi 60 menit (Nadhifah, 2020)	9
Gambar 2.6 Perbandingan spektra FTIR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II) (Fachriyah, 2021)	10
Gambar 2.7 Hasil karakterisasi FTIR (Zhong dan Zhong, 2014)	11
Gambar 2.8 Spektra UV-Vis senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan salofen (Zulfiah, 2017).....	12
Gambar 4.1 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol.....	19
Gambar 4.2 Hasil produk sintesis 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	20
Gambar 4.3 Hasil uji kelarutan ligan basa Schiff dalam akuades dan NaOH 2M.....	20
Gambar 4.4 Persamaan reaksi ligan basa Schiff dengan NaOH.....	21
Gambar 4.5 Spektra FTIR produk ligan basa Schiff.....	21
Gambar 4.6 Kromatogram produk sintesis	22
Gambar 4.7 Spektra massa produk sintesis	23
Gambar 4.8 Pola fragmentasi produk 257, 242, 227, 214, 199, 813, 171, 39.....	23
Gambar 4.9 Pola fragmentasi produk 257, 239.....	24
Gambar 4.10 Pola fragmentasi produk 257, 134, 123, 108, 92, 28	24
Gambar 4.11 Pola fragmentasi produk 257, 150, 135, 107, 92, 77, 64, 51.....	25
Gambar 4.12 Hasil penggerusan pada variasi (a) 45 menit (b) 60 menit (c) 75 menit.....	25
Gambar 4.13 Spektra FTIR ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Ni-MMS.....	27
Gambar 4.14 Spektra UV-Vis ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Ni-MMS	29
Gambar 4.15 Perbandingan spektra FTIR sebelum dan sesudah rekristalisasi.....	31
Gambar 4.16 Perbandingan spektra UV-Vis sebelum dan sesudah rekristalisasi	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian.....	45
Lampiran 2. Perhitungan	50
Lampiran 3. Dokumentasi	52

ABSTRAK

Rizani, M. Z. A. 2024. Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)Fenol Menggunakan Metode Penggerusan dengan Variasi Waktu. 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,M.A

Kata kunci: Ligan basa Schiff, senyawa kompleks, logam Ni(II), metode penggerusan

Basa Schiff merupakan senyawa organik yang dihasilkan melalui reaksi kondensasi antara gugus amina primer dan gugus karbonil pada aldehid atau keton, menghasilkan gugus khas imina ($C=N$). Basa Schiff digunakan menjadi ligan dalam pembentukan senyawa kompleks, karena kemampuan mereka untuk membentuk kompleks yang stabil dengan ion logam. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik kompleks basa Schiff dari logam Ni(II) dengan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol pada variasi waktu penggerusan 45; 60; dan 75 menit.

Pada penelitian ini sintesis senyawa ligan basa Schiff dan kompleks dilakukan menggunakan metode penggerusan dari logam Ni(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((metoksifenil)imino)metil)fenol yang diperoleh dari hasil sintesis antara reaktan *o*-vanilin dan *p*-anisidina. Hasil sintesis ligan basa Schiff diuji sifat fisik berupa wujud, warna dan titik leleh menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA), uji sifat kimia berupa kelarutan dengan NaOH 2M dan akuades, UV-Vis, FTIR dan GC-MS. Sedangkan hasil sintesis senyawa kompleks Ni-MMS diuji sifat fisik berupa wujud, warna dan titik leleh menggunakan MPA, direkristalisasi menggunakan etanol, dikarakterisasi menggunakan UV-Vis dan FTIR.

Hasil penelitian sintesis ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menghasilkan senyawa padatan, berwarna kuning kecoklatan dan titik leleh $79-84,6^{\circ}C$ dengan rendemen 99,4480%. Uji sifat kimia menghasilkan ligan basa Schiff sedikit larut dalam akuades yang ditandai dengan adanya endapan dan larut dalam NaOH 2M dengan hasil larutan berwarna kuning. Karakterisasi ligan basa Schiff menggunakan FTIR diperoleh serapan gugus imina yang merupakan serapan khas basa Schiff pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1} dan karakterisasi menggunakan GC-MS diperoleh 1 puncak pada waktu retensi 43,854 menit dan ion molekuler (m/z) 257 dengan kemurnian 100% yang menunjukkan ligan basa Schiff telah terbentuk. Selanjutnya, hasil penelitian senyawa kompleks Ni-MMS pada variasi waktu 45; 60; dan 75 menit masing-masing memiliki bentuk padatan dan berwarna merah tua dengan titik leleh $91-94^{\circ}C$. Karakterisasi senyawa kompleks Ni-MMS pada variasi 45; 60; dan 75 menit menggunakan FTIR masing-masing menunjukkan adanya pergeseran pada serapan gugus imina ($C=N$) dari bilangan gelombang 1620 cm^{-1} menjadi 1635 cm^{-1} . Serapan lain muncul pada bilangan gelombang 532 cm^{-1} (Ni-O) dan 478 cm^{-1} (Ni-N) yang menunjukkan adanya koordinasi antara ligan dengan logam. Karakterisasi senyawa kompleks Ni-MMS pada variasi 45; 60; dan 75 menit menggunakan UV-Vis masing-masing menunjukkan adanya pergeseran hipsokromik serta munculnya transisi $d-d$ pada panjang gelombang 662,0 nm; 652,0 nm; dan 654,0 nm.

ABSTRACT

Rizani, M. Z. A. 2024. Synthesis of Ni(II) Complex Compounds with Schiff Base Ligands 2-Methoxy-6-(((Methoxyphenyl)imino)Methyl)Phenol Using the Grinding Method with Time Variations. Thesis. Chemistry Study Program Faculty of Science and Technology, Maulana Malik Ibrahim State Islamic University Malang. Supervisor I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Supervisor II: Dr. M. Imamudin Lc, M.A

Keywords: Schiff base ligand, complex compound, Ni(II) metal, grinding method.

Schiff bases are organic compounds produced through a condensation reaction between a primary amine group and a carbonyl group on an aldehyde or ketone, resulting in a characteristic imine group (C=N). Schiff bases are used as ligands in the formation of complex compounds, due to their ability to form stable complexes with metal ions. This study aims to determine the characteristics of Schiff base complexes of Ni(II) metal with 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol ligand at various grinding times of 45; 60; and 75 minutes.

In this study, the synthesis of Schiff base ligand compounds and complexes was carried out using the scouring method of Ni(II) metal with Schiff base ligand 2-methoxy-6-(((methoxyphenyl)imino)methyl)phenol obtained from the synthesis between o-vanillin and p-anisidine reactants. The results of the Schiff base ligand synthesis were tested for physical properties in the form of form, color and melting point using Melting Point Apparatus (MPA), chemical properties test in the form of solubility with 2M NaOH and distilled water, UV-Vis, FTIR and GC-MS. While the results of the synthesis of Schiff base-Ni(II) complex compounds were tested for physical properties in the form of form, color and melting point using MPA, recrystallized using ethanol, characterized using UV-Vis and FTIR.

The synthesis of 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol Schiff base ligand produced a solid compound, brownish yellow in color and melting point of 79-84.6 °C with a yield of 99.4480%. Chemical properties test resulted in Schiff base ligand slightly soluble in distilled water characterized by the presence of precipitate and soluble in 2M NaOH with yellow solution. Characterization of Schiff base ligand using FTIR obtained imine group absorption which is a typical Schiff base absorption at wave number 1620 cm⁻¹ and characterization using GC-MS obtained 1 peak at retention time 43.854 minutes and molecular ion (m/z) 257 with 100% purity which indicates Schiff base ligand has been formed. Furthermore, the results of the research of Schiff base-Ni(II) complex compounds at 45; 60; and 75 minutes variations each have a solid form and are dark red with a melting point of 91-94 °C Characterization of Schiff base-Ni(II) complex compounds at 45; 60; and 75 minutes variations using FTIR each showed a shift in the imine group (C=N) absorption from wave number 1620 cm⁻¹ to 1635 cm⁻¹. Other absorption appeared at wave numbers 532 cm⁻¹ (Ni-O) and 478 cm⁻¹ (Ni-N) indicating the coordination between ligand and metal. Characterization of Schiff-Ni(II) base complex compounds at variations of 45; 60; and 75 minutes using UV-Vis respectively showed a hypsochromic shift and the appearance of d - d transitions at wavelengths of 662.0 nm; 652.0 nm; and 654.0 nm.

الملخص

ريزاني، م. ز. أ. ٢٠٢٤. تخليق مركبات النيكل المعقدة (II) مع قاعدة شيف ليجان ٢-ميتوكسي -٦-(((٤-ميثوكسي فينيل) إيمينو) ميثيل) الفينول باستخدام طريقة الطحن مع اختلاف الوقت. بحث جامعي. قسم الكيمياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية، ملانج. المشرف الأول: أحمد حنفي، الماجستير؛ المشرف الثاني: الدكتور محمد إمام الدين، الماجستير

الكلمة الرئيسية: روابط قاعدة شيف، المركبات المعقدة، معادن النيكل (II)، طرق التعرية

قواعد شيف هي مركبات عضوية يتم إنتاجها من خلال تفاعلات التكثيف بين مجموعات الأمين الأولية ومجموعات الكربونيل على الألدهيدات أو الكيتونات، مما ينتج عنه مجموعة إيمين نموذجية ($C = N$). تستخدم قواعد Schiff كروابط في تكوين المركبات المعقدة، نظرا لقدرتها على تكوين مجمعات مستقرة بأيونات المعادن. تهدف هذه الدراسة إلى تحديد الخصائص المعقدة لقواعد شيف لمعدن Ni (II) مع ٢-ميتوكسي -٦-(((٤-ميثوكسي فينيل) إيمينو) ميثيل) الفينول ت الطحن ٤٥. ٦٠؛ و ٧٥ دقيقة.

في هذه الدراسة، تم إجراء تخليق مركبات ومجمعات قاعدة شيف باستخدام طريقة طحن من معدن Ni (II) مع ترابط قاعدة Schiff ٢-ميتوكسي -٦-(((٤-ميثوكسي فينيل) إيمينو) ميثيل) الفينول تم الحصول عليه من التوليف بين متفاعلات anisidian- p و vanillin - o. تم اختبار نتائج تخليق ترابط شيف القلوي للخصائص الفيزيائية في شكل شكل شكل لون ونقطة انصهار باستخدام جهاز نقطة الانصهار (MPA)، والخصائص الكيميائية في شكل قابلية للذوبان مع هيدروكسيد الصوديوم ٢ M والمائي، والأشعة فوق البنفسجية، والأشعة فوق البنفسجية، و FTIR ، و MS- GC. وفي الوقت نفسه، تم اختبار نتائج تخليق مركبات مركب قاعدة Schiff-Ni (II) للخصائص الفيزيائية في شكل شكل لون ونقطة انصهار باستخدام MPA ، المعاد تبلورها باستخدام الإيثانول، الذي تم تمييزه باستخدام UV-Vis و FTIR .

أنتجت نتائج تخليق قاعدة الفينول Schiff ٢-ميتوكسي -٦-(((٤-ميثوكسي فينيل) إيمينو) ميثيل) الفينول مركب صلب، أصفر بني اللون ونقطة انصهار ٧٩-٨٤,٦ درجة مئوية بعائد ٩٩,٤٨٠٪. أنتج اختبار الخواص الكيميائية روابط قلوية شيف قابلة للذوبان بشكل طفيف في الأكوازات التي تتميز بوجود راسب وقابل للذوبان في هيدروكسيد الصوديوم ٢ M بمحلول أصفر. حصل توصيف روابط قاعدة شيف باستخدام FTIR على امتصاص مجموعة إيمين وهي الامتصاص النموذجي لقواعد شيف عند رقم موجة 1620 cm^{-1} والتوصيف باستخدام MS-GC حصل على ذروة واحدة في وقت احتفاظ قدره ٤٣,٨٥٤ دقيقة وأيون جزيئي (م / ز) ٢٥٧ بنقاوة ١٠٠٪ مما يشير إلى أن ترابط قاعدة شيف قد تشكل. علاوة على ذلك ، فإن نتائج البحث عن مركبات مركب قاعدة Schiff-Ni (II) في ٤٥ تبانيا زمنيا. ٦٠؛ و ٧٥ دقيقة كان لكل منها شكل صلب وكان لونه أحمر غامق مع نقطة انصهار ٩١-٩٤ درجة مئوية توصيف مركبات معقدة قاعدة Schiff-Ni (II) عند التباين ٤٥ ؛ ٦٠؛ و ٧٥ دقيقة باستخدام FTIR على التوالي أظهرت تحولا في امتصاص مجموعة imina ($C = N$) من رقم الموجة 1620 cm^{-1} إلى 1635 cm^{-1} . يظهر امتصاص آخر في أرقام الموجات 532 cm^{-1} (Ni-O) و 478 cm^{-1} (Ni-N) مما يشير إلى التنسيق بين الترابط والمعدن. توصيف مركبات معقدة قاعدة Schiff-Ni (II) عند التباين ٤٥ ؛ ٦٠؛ و ٧٥ دقيقة باستخدام UV-Vis أظهرت تحولا مغناطيسيا وظهور انتقال d-d بطول موجي يبلغ ٦٦٢,٠ نانومتر ، على التوالي ؛ ٦٥٢,٠ نانومتر؛ و ٦٥٤,٠ نانومتر..

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Senyawa basa Schiff pertama kali dikenalkan oleh ahli kimia Jerman Hugo Schiff pada tahun 1864. Senyawa basa Schiff dapat disintesis melalui reaksi adisi-eliminasi antara senyawa aldehida dan amina primer. Senyawa basa Schiff memiliki struktur umum yaitu kelompok azometin dengan rumus $R_1HC=N-R_2$ (Sembiring, *et al.*, 2013). Senyawa basa Schiff menunjukkan beragam aktivitas biologis seperti antibakteri, antijamur (Ashraf *et al.*, 2011), antimikroba (Vinita, *et al.*, 2013), antiinflamasi (Pandey, *et al.*, 2012), antioksidan (Madi, *et al.*, 2020) dan inhibitor korosi (Kumari dan Lavanya, 2021). Senyawa basa Schiff juga dapat digunakan sebagai ligan dalam sintesis senyawa kompleks yang menurut beberapa penelitian memiliki manfaat yang luas (Kumar, *et al.*, 2009)

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang disintesis dari ligan dengan ion logam. Salah satu ligan yang dapat digunakan untuk senyawa kompleks adalah basa Schiff. Ligan basa Schiff sebagai ligan pembantu yang mengubah struktur dan reaktivitas ion logam transisi di dalam kompleks (Chasanah, *et al.*, 2015; Sembiring, 2017). Logam Ni(II) adalah salah satu contoh logam yang sering digunakan dalam pembentukan senyawa kompleks. Logam Ni(II) merupakan ion pusat yang bersifat asam Lewis karena mampu menerima elektron bebas dari ligan (Tengker dan Kumajas, 2019). Kemampuan nikel dalam pembentukan senyawa kompleks membuatnya menjadi logam yang banyak digunakan dalam berbagai penelitian, karena konfigurasi yang stabil, fleksibilitas geometri dan sifat magnetiknya yang menarik. Kompleks Ni(II) oktahedral, digunakan untuk menentukan kekuatan medan ligan karena kompleks ini tidak dipengaruhi oleh keadaan spin dan warnanya berada dalam rentang sinar tampak hingga inframerah dekat (Housecroft dan Sharpe, 2008). Senyawa basa Schiff yang membentuk kompleks dari ion logam Ni(II) memiliki aktivitas yang lebih tinggi dibandingkan senyawa basa Schiff yang tidak membentuk kompleks (Gupta dan Sutar., 2008; Mounika., *et al.*, 2010). Seperti penelitian yang dilakukan oleh Zhong dan Zhong (2014), diperoleh hasil pengujian aktivitas antibakteri yang menunjukkan bahwa kompleks basa Schiff Ni(II) memiliki aktivitas paling tinggi terhadap *E.coli* dibandingkan dengan ligan basa Schiff yang belum dikomplekskan. Pada penelitian Yu *et al* (2017), ligan basa Schiff yang berkoordinasi dengan logam Ni(II) meningkatkan aktivitasnya melalui kemampuan pengikatan yang lebih kuat terhadap DNA dan BSA. Interaksi dengan DNA mengganggu fungsi genetik sel kanker, sementara pengikatan dengan BSA meningkatkan stabilitas dan distribusi kompleks, sehingga mendukung aktivitas kankernya.

Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat Al-A'raf ayat 56:

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

“Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di muka bumi, sesudah Allah memperbaikinya dan berdo`alah kepada-Nya dengan rasa takut (tidak akan diterima) dan harapan (akan dikabulkan). Sesungguhnya rahmat Allah amat dekat kepada orang-orang yang berbuat baik”.

Menurut tafsir Ibnu Katsir ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT melarang tindakan merusak dimuka bumi. Allah SWT telah menciptakan alam dengan sistem yang sempurna, segala bentuk kerusakan yang terjadi di dalamnya akan membahayakan semua hamba Allah SWT. Maka Allah SWT melarang hal tersebut, dan memerintahkan kepada mereka untuk menyembah, berdoa serta berendah diri dan memohon belas kasihan-Nya. Larangan melakukan kerusakan ini mencakup semua bidang, seperti merusak jasmani, norma, sumber penghidupan, lingkungan hidup dan sebagainya. Semua yang ada di bumi dan isinya diciptakan oleh Allah SWT untuk digunakan oleh manusia dengan baik (Yunus, *et al.*, 2021). Sintesis senyawa kompleks basa Schiff dengan metode konvensional dapat beresiko menghasilkan limbah yang berbahaya bagi manusia dan lingkungan. Maka diperlukan sintesis yang lebih efisien dan ramah lingkungan, yaitu metode *green synthesis*. Salah satu metode *green synthesis* yaitu metode penggerusan tanpa pelarut (*solvent free*).

Sintesis kompleks basa Schiff dengan metode penggerusan telah banyak dilakukan, dimana proses penggerusan hanya perlu dilakukan pada suhu ruang. Pengaruh temperatur dalam proses penggerusan dapat meningkatkan energi kinetik molekul dan mempercepat laju reaksi. Sintesis kompleks basa Schiff menggunakan metode penggerusan cukup efektif untuk menghasilkan rendemen yang tinggi. Muhammad dan Kurawa (2019), telah mensintesis kompleks basa Schiff dari berbagai macam logam seperti Ni(II), Co(II) dan Cu(II) dengan ligan *1-(((4-nitrophenyl)imino)methyl)naphalen-2-ol* menggunakan metode penggerusan selama 2-5 menit menghasilkan rendemen secara berturut-turut yaitu 86,6%, 90,01%, dan 89,11%. Ado *et al* (2022) juga telah mensintesis kompleks basa Schiff dari logam Ni(II), Cu(II), dan Co(II) dengan ligan yang berasal dari *2-hydroxy-1-napthaldehyde* dan *4-aminobenzonitrile* menggunakan metode penggerusan selama 60 menit menghasilkan rendemen secara berturut-turut 84,5%, 92,2%, dan 90,2%. Zhong dan Zhong (2014), juga berhasil mensintesis senyawa kompleks basa Schiff dari logam Ni(II) dan Zn(II) dengan ligan yang berasal dari vanilin dan glisin menggunakan metode penggerusan selama 30 menit menghasilkan rendemen sebesar 86% dan 82%. Chinelo *et al* (2021), juga mensintesis kompleks basa Schiff dari logam Cu(II), Co(II) dan Ni(II) dengan ligan *2-(3-phenylallylidene)thiosemicarbazide* menggunakan metode penggerusan selama 20 menit menghasilkan rendemen secara berturut-turut yaitu 72%, 65,3%, 63,1%. Sani dan Hussain (2017), telah mensintesis kompleks basa Schiff dari logam Ni(II) dan Zn(II) dengan ligan yang berasal dari *2-hydroxy-1-napthaldehyde* dan *2-phenylenediamine* menggunakan metode *liquid-assisted mechanochemical grinding* (LAG) selama 30 menit dengan pelarut dimetilformamida (DMF) menghasilkan rendemen 91,4% dan 93,5%.

Berdasarkan uraian yang telah disebutkan, senyawa kompleks Ni-MMS memiliki potensi aplikasi yang luas dalam berbagai bidang. Sintesis senyawa kompleks basa Schiff dengan metode penggerusan telah terbukti efektif dan efisien, karena dapat mengurangi penggunaan katalis, mengurangi pembentukan produk samping yang berbahaya, sederhana, murah, dan hemat energi. Metode ini juga dilakukan pada suhu ruang, sehingga pada penelitian ini dilakukan sintesis senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan metode penggerusan pada variasi waktu 45; 60; dan 75 menit. Hasil sintesis ligan dilakukan uji sifat dan kimia, dan dikarakterisasi FTIR dan GC-MS, Sedangkan untuk mengidentifikasi terbentuknya senyawa kompleks Ni-MMS, hasil sintesis kompleks dilakukan uji sifat fisik, direkristalisasi menggunakan etanol dan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan UV-Vis

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana hasil karakterisasi kompleks dari logam Ni(II) dan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan variasi waktu penggerusan?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hasil karakterisasi kompleks basa Schiff dari logam Ni(II) dan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan variasi waktu penggerusan.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Ligan basa Schiff disintesis dari o-vanilin dan *p*-anisidina dengan perbandingan (1:1) menggunakan metode penggerusan.
2. Sintesis kompleks basa Schiff menggunakan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan logam Ni(II) dengan perbandingan (2:1) menggunakan metode penggerusan pada variasi waktu 45; 60; dan 75 menit.
3. Sintesis senyawa kompleks basa Schiff menggunakan logam Ni(II) yang berasal dari garam $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$.
4. Rekristalisasi senyawa kompleks Ni-MMS menggunakan etanol.
5. Karakterisasi kompleks Ni(II) dengan basa Schiff menggunakan instrumen FTIR dan UV-Vis.

1.5 Manfaat

Diharapkan penelitian ini dapat memberikan kontribusi bagi perkembangan ilmu pengetahuan khususnya bidang sintesis senyawa kompleks dan memberikan informasi ilmiah

sebagai referensi baru mengenai struktur kompleks basa Schiff Ni(II) dengan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol yang disintesis menggunakan metode yang ramah lingkungan yaitu metode penggerusan dengan variasi waktu, serta dapat bermanfaat untuk penelitian selanjutnya.

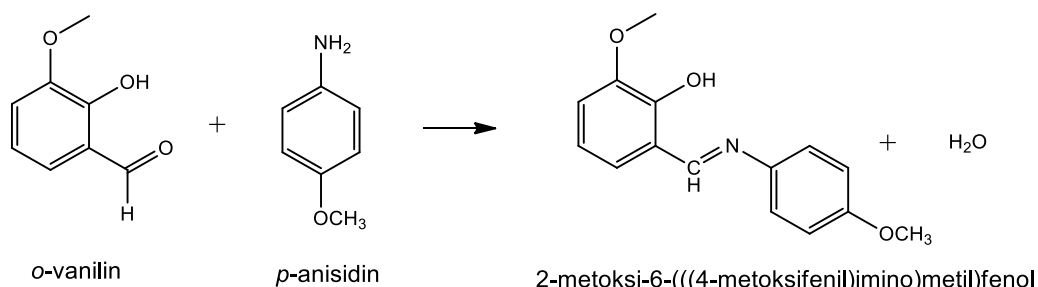
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)Metil)Fenol

Basa Schiff adalah senyawa yang terbentuk melalui reaksi kondensasi (adisi-eliminasi) antara amina primer dan aldehida atau keton. Amina primer mempunyai gugus NH_2 , sedangkan aldehida atau keton mempunyai gugus $\text{C}=\text{O}$. Gugus amino dalam molekul amina primer bereaksi dengan gugus karbonil pada aldehida atau keton untuk menghasilkan ikatan -C=N yang menjadi ciri basa Schiff (Brown, *et al.*, 2008). Reaksi pembentukan senyawa basa Schiff terjadi secara reversibel karena terjadi dengan bantuan katalis asam dan terjadi dalam pelarut organik volatil. Selain itu, pembentukan senyawa basa Schiff juga dapat dilakukan tanpa katalis dan pelarut dalam metode *green synthesis*, tetapi reaksi ini cenderung bersifat ireversibel (Griesbeck, *et al.*, 2008). Basa Schiff dapat digunakan sebagai ligan yang efektif dalam kimia koordinasi karena adanya pasangan elektron bebas pada nitrogen gugus azometin dalam koordinasi dengan logam transisi, sehingga dapat meningkatkan stabilitas senyawa kompleks (Aziz, *et al.*, 2020).

Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol merupakan hasil sintesis dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina. *o*-Vanilin adalah isomer dari vanilin yang memiliki gugus hidroksil berada pada posisi orto, yang terletak diantara gugus aldehida dan metoksi. Karakter fisik dari senyawa ini berupa padatan berwarna kuning kecoklatan, memiliki titik lebur $86\text{--}87^\circ\text{C}$, dan sedikit larut dalam akuades tetapi larut dalam larutan NaOH . Reaksi yang terjadi pada pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dapat dilihat pada Gambar 2.1.



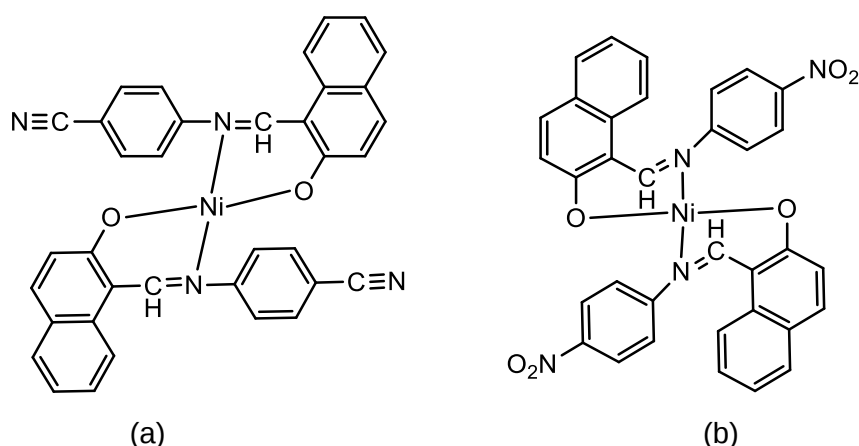
Gambar 2.1 Reaksi pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol (Fachriyah, 2021)

2.2 Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks atau kompleks koordinasi adalah senyawa yang terdiri dari ion logam yang dikelilingi oleh molekul atau anion yang disebut ligan. Senyawa kompleks biasanya mengandung atom atau ion logam, dan merupakan senyawa yang tersusun dari satu ligan atau lebih. Ligan ini menyumbangkan pasangan elektron bebas (PEB) kepada ion logam pusat, membentuk ikatan kovalen koordinasi (Cotton dan Wilkonson., 1988). Ikatan kovalen

koordinasi terjadi ketika atom pusat dan ligan berbagi pasangan elektron bebas. Atom pusat dalam ikatan ini bertindak sebagai penerima pasangan elektron bebas atau asam Lewis, sedangkan ligan bertindak sebagai penyumbang pasangan elektron bebas atau basa Lewis. Dalam ikatan kovalen koordinasi, pasangan elektron bebas yang digunakan bersama berasal dari salah satu atom yang berikatan (Effendy, 2013).

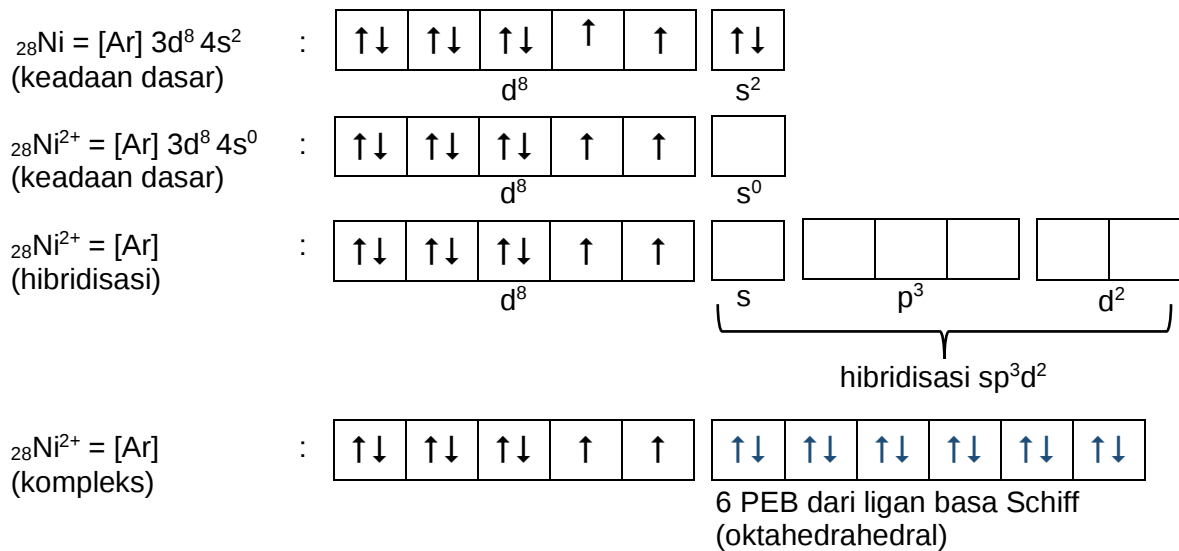
Senyawa kompleks atau senyawa koordinasi telah banyak disintesis, karena senyawa ini memiliki manfaat yang luas dalam kehidupan manusia. Ado *et al* (2022), telah mensintesis kompleks Ni(II), Co(II) dan Cu(II) dengan ligan basa Schiff dari 2-hydroxy-1-napthaldehyde dan 4-aminobenzonitrile. Muhammad dan Kurawa (2019), juga telah mensintesis kompleks logam Ni(II), Co(II), dan Cu(II) dengan ligan basa Schiff 1-(((4-nitrophenyl)imino)methyl)naphalen-2-ol. Dugaan struktur dari kedua penelitian di atas dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Struktur senyawa kompleks (a) logam Ni(II) dengan ligan basa Schiff dari 2-hydroxy-1-napthaldehyde dan 4-aminobenzonitrile. Struktur senyawa kompleks (b) dengan logam Ni(II) ligan basa Schiff 1-(((4-nitrophenyl)imino)methyl)naphalen-2-ol

2.3 Logam Nikel

Nikel merupakan salah satu logam transisi yang dapat digunakan untuk membentuk senyawa kompleks. Nikel memiliki warna putih keperakan sedikit semburat keemasan dengan berat 58,69 g/mol dan titik leleh 1455 °C. Nikel terletak pada golongan VIII B dengan nomor atom 28 sehingga konfigurasi elektronnya adalah $[Ar] 3d^8 4s^2$ (Huheey dan Keithier, 1993). Nikel dalam keadaan Ni(II) lebih stabil dari pada Ni(0), Ni(I), Ni(III) dan Ni(IV). Ni(0) dan Ni(I) tidak stabil karena mudah teroksidasi, Ni(III) mudah tereduksi menjadi Ni(II) dan Ni(IV) jarang ditemukan (Cotton dan Wilkonson, 1988). Ni(II) berwarna hijau dan garam-garam Ni(II) umumnya berwarna hijau dan biru (Heslop dan Robinson, 1960). Konfigurasi Ni(II) dalam keadaan dasar dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Konfigurasi elektron atom nikel

Logam Ni(II) banyak dimanfaatkan untuk pembentukan senyawa kompleks, karena memiliki aktivitas biologis yang tinggi. Chinelo, *et al* (2021), melakukan tes antimikroba dan antijamur dengan senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan basa Schiff. Ligan aktif melawan beberapa mikroba dan jamur, tetapi aktivitasnya meningkat setelah khelasi dengan logam Ni(II). Logam Ni(II) mampu membentuk senyawa kompleks dengan ligan karena ion ini mempunyai orbital d yang belum terisi penuh oleh elektron. Orbital-orbital tersebut dapat berfungsi sebagai penerima pasangan elektron dari ligan sehingga terbentuk senyawa kompleks (King, 2005).

2.4 Sintesis Menggunakan Metode Penggerusan

Senyawa basa Schiff dan kompleks basa Schiff dapat disintesis menggunakan metode *green synthesis*. Salah satu metode *green synthesis* adalah metode penggerusan. Sehubungan dengan jumlah energi yang diperlukan untuk mereaksikan reaktan dalam suatu reaksi kimia, metode penggerusan dapat secara langsung memberikan energi aktivasi yang dibutuhkan untuk reaksi tersebut (McKissic, *et al.*, 2014). Metode *green chemistry* menggunakan proses pembentukan molekul yang menggunakan bahan yang ramah lingkungan serta tidak menghasilkan limbah, sehingga tidak membahayakan bagi peneliti maupun lingkungan (Himaja, *et al.*, 2011) dan menghasilkan rendemen yang tinggi (Bendale, *et al.*, 2011).

Menurut Ivankovic *et al* (2017), terdapat 12 prinsip *green synthesis* untuk mencapai penelitian yang ramah lingkungan:

1. Pencegahan, artinya lebih baik mencegah limbah dari pada menanganinya.
2. Penghematan atom, artinya metode sintesis harus dirancang untuk memaksimalkan penggabungan semua bahan yang digunakan dalam proses reaksi untuk menghasilkan produk akhir.

3. Sedikit senyawa kimia berbahaya yang dihasilkan, artinya metode sintesis harus dirancang untuk menggunakan dan menghasilkan zat yang memiliki sedikit atau tidak ada toksisitas terhadap makhluk hidup dan lingkungan.
4. Merancang bahan kimia yang lebih aman, artinya produk kimia harus dirancang untuk mencapai fungsi yang diinginkan dan meminimalkan toksisitasnya.
5. Pelarut dan senyawa tambahan yang lebih aman.
6. Desain untuk efisiensi energi, artinya kebutuhan energi pada proses kimia harus diminimalkan dampaknya terhadap lingkungan. Metode sintesis sebaiknya dibawah kondisi tekanan dan temperatur kamar.
7. Penggunaan sumber daya baru yang dapat diperbarui, artinya bahan dasar dari sumber sebaiknya dapat diperbarui agar teknis dan lebih ekonomis.
8. Derivatisasi yang tidak perlu harus diminimalkan atau dihindari, karena langkah tersebut membutuhkan reagen tambahan (pemborosan).
9. Reagen katalis merupakan reagen stoikiometri
10. Didesain agar dapat terdegradasi, artinya produk kimia yang harus dirancang sebaik mungkin, sehingga produk mudah terdegradasi dan tidak berbahaya bagi lingkungan.
11. Diperlukan pengembangan lebih lanjut pada metode analisis untuk menentukan waktu yang optimal bagi pengamatan dan pengaturan proses, sehingga dapat mencegah terbentuknya produk samping yang bersifat toksik.
12. Sebaiknya memilih senyawa dalam proses kimia dengan hati-hati untuk mengurangi risiko kecelakaan, seperti senyawa yang memiliki tingkat kemudahan terbakar atau meledak.

Ado *et al* (2022), mensintesis senyawa kompleks basa Schiff dari logam Co(II), Cu(II) dan Ni(II) dengan reaktan *2-hydroxy-1-naphthaldehyde* dan *4-aminobenzonitrile* dengan metode *green synthesis* yaitu metode penggerusan selama 60 menit menghasilkan rendemen secara berturut-turut 90,2%, 84,5% dan 92,2%. Muhammad dan Kurawa (2019), juga telah mensintesis kompleks basa Schiff dari berbagai macam logam seperti Ni(II), Co(II) dan Cu(II) dengan ligan *1-(((4-nitrophenyl)imino)methyl)naphalen-2-ol* menggunakan metode penggerusan selama 2-5 menit menghasilkan rendemen secara berturut-turut yaitu 86,6%, 90,01%, dan 89,11%

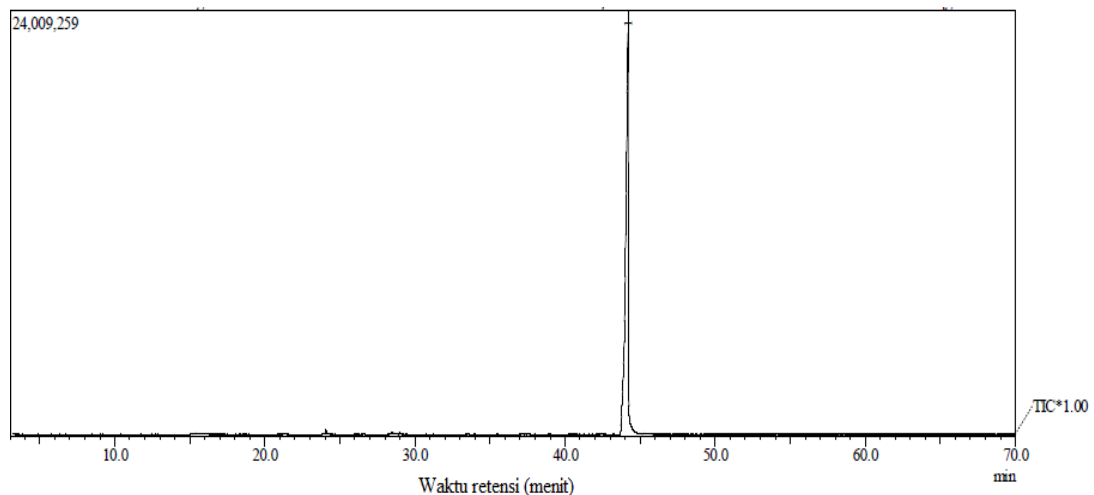
2.5 Karakterisasi Ligan dan Kompleks

2.5.1 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Gas Chromatography-Mass Spectroscopy (GC-MS)

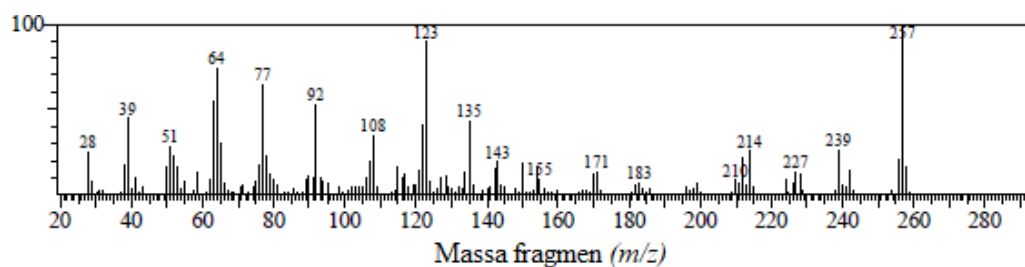
Gas chromatography-mass spectroscopy (GC-MS) adalah salah satu alat teknik terbaik untuk mengidentifikasi komponen zat yang mudah menguap, rantai panjang, hidrokarbon rantai bercabang, alkohol, asam, ester dan lain-lain (Diningrat, *et al.*, 2018). Kromatografi gas merupakan teknik pemisahan suatu senyawa yang didasarkan pada

perbandingan distribusi terhadap fasa diam dan fasa gerak (Leba, 2017). Sedangkan spektroskopi massa adalah suatu metode yang digunakan untuk menentukan massa molekular suatu senyawa dan komposisinya (Sastrohamidjojo, 2019). Prinsip dari GC-MS adalah menggabungkan dua teknik analisis yang berbeda yaitu kromatografi gas dan spektroskopi massa. Kromatografi gas memisahkan senyawa dalam sampel berdasarkan volatilitas menggunakan gas inert sebagai fase gerak, yang membawa sampel dari fasa diam di dalam kolom. Spektroskopi massa berperan sebagai detektor yang mengidentifikasi senyawa yang keluar dari kromatografi gas. Perlakuan ini dilakukan agar memperoleh spektrum massa molekul untuk setiap komponen, yang dapat dibandingkan dengan *library* pada perangkat lunak untuk diidentifikasi (Gritter, *et al*, 1991).

Nadhifah (2020), yang mensintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina dengan pelarut menggunakan metode penggerusan pada variasi waktu 30, 45, dan 60 menit. Gambar 2.4 merupakan hasil kromatogram dari produk sintesis variasi lama penggerusan 60 menit memiliki nilai kemurnian tertinggi karena memiliki 1 puncak yang diduga sebagai senyawa target pada waktu retensi 44,181 menit dengan % luas area sebesar 100%. Dugaan-dugaan tersebut diperkuat dengan hasil spektra spektrofotometer massa dari puncak tersebut memiliki ion molekular dengan m/z 257. Hasil analisis dengan spektrofotometer massa ditunjukkan pada Gambar 2.5



Gambar 2.4 Kromatogram produk sintesis (Nadhifah, 2020)

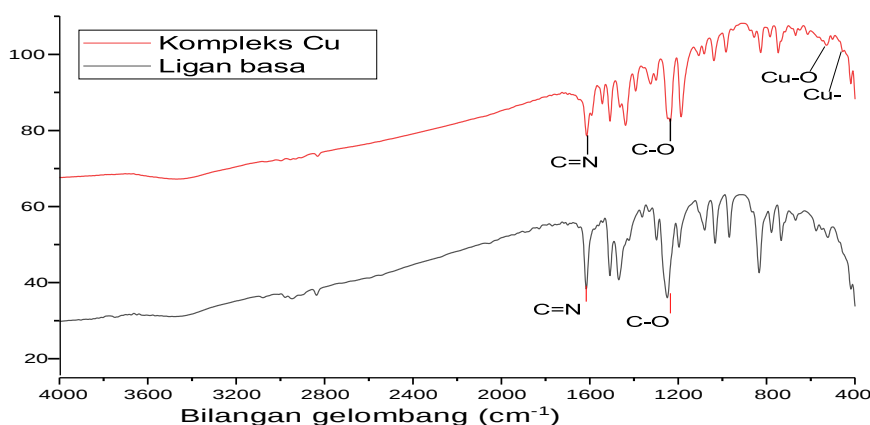


Gambar 2.5 Spektra massa variasi 60 menit (Nadhifah, 2020)

2.5.2 Karakterisasi Ligan Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer Fourier Transform-Infrared (FTIR)

Spektrofotometer *Fourier Transform-Infrared* (FTIR) adalah instrumen yang digunakan untuk mengidentifikasi vibrasi molekul yang dapat digunakan untuk memprediksi struktur senyawa kimia (Sulistyani dan Huda, 2018). Prinsip FTIR adalah interaksi radiasi elektromagnetik berupa radiasi inframerah yang berinteraksi dengan suatu molekul, menghasilkan vibrasi pada molekul yang dikenai sinar (Sastrohamidjojo, 2019). Daerah spektrum inframerah terbagi menjadi dua, daerah antara $4000\text{--}1500\text{ cm}^{-1}$ disebut daerah gugus fungsi utama, dan daerah $1400\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$ disebut daerah sidik jari (*fingerprint*). Daerah sidik jari mengandung sejumlah vibrasi tertentu tidak dapat ditelaah, namun bersifat spesifik untuk setiap senyawa organik (Puspitasari dan Dwandaru, 2017).

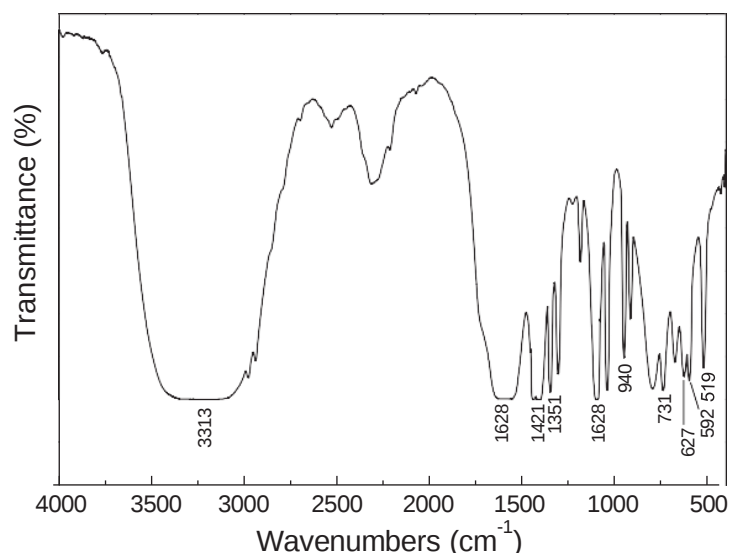
Identifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR digunakan untuk mengetahui adanya gugus-gugus fungsi. Senyawa basa Schiff memiliki beberapa gugus fungsi, termasuk gugus fungsi imina ($\text{C}=\text{N}$), yang juga menjadi karakteristik khas dari senyawa tersebut. Hasil karakterisasi FTIR senyawa kompleks Cu(II)-basa Schiff yang dilakukan oleh Fahriyah (2021) dapat dilihat pada Gambar 2.6. Diperoleh spektra kompleks pada bilangan 3469 cm^{-1} yang menunjukkan gugus -OH. Serapan gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) mengalami pergeseran dari 1615 cm^{-1} menjadi 1613 cm^{-1} , sedangkan gugus C-O bergeser dari 1249 cm^{-1} dan 1235 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan adanya koordinasi antara atom pusat dengan atom N pada gugus imina dan atom O pada gugus fenol. Terdapat puncak baru yang muncul pada bilangan gelombang 455 cm^{-1} dan 529 cm^{-1} . Kedua puncak tersebut mengindikasikan vibrasi logam dengan ligan dimana bilangan gelombang 455 cm^{-1} merupakan ikatan Cu-N dan 529 cm^{-1} merupakan ikatan Cu-O.



Gambar 2.6 Perbandingan spektra FTIR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II) (Fahriyah, 2021)

Zhong dan Zhong (2014) juga telah mensintesis senyawa kompleks basa Schiff dari logam Ni(II) dengan ligan yang berasal dari vanilin dan glisin. Hasil spektra FTIR dapat dilihat pada Gambar 2.7. Diperoleh gugus imina ($\text{C}=\text{N}$) yang menjadi ciri khas basa Schiff pada panjang gelombang 1628 cm^{-1} . Gugus Ni-N pada panjang gelombang 627 cm^{-1} dan gugus Ni-

O pada panjang 592 cm^{-1} dan 519 cm^{-1} , kedua gugus tersebut merupakan koordinasi dari ligan basa Schiff dan logam nikel.



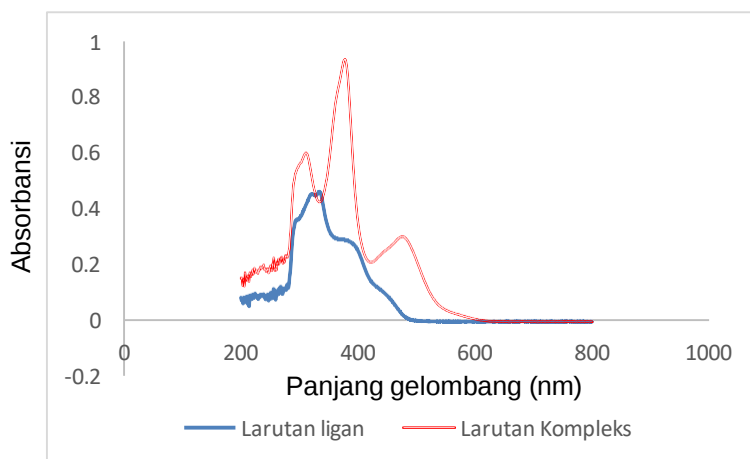
Gambar 2.7 Hasil karakterisasi FTIR (Zhong dan Zhong, 2014)

2.5.3 Karakterisasi Ligan Basa Schiff dan Kompleks Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer Ultraviolet – Visible (UV-Vis)

Spektrofotometer UV-Vis adalah metode analisis senyawa menggunakan radiasi ultraviolet dan sinar tampak. Rentang panjang gelombang yang digunakan mencakup daerah ultraviolet dekat (200-400 nm) dan sinar tampak (400-780 nm) (Supratman, 2010). Prinsip dasar spektrofotometer UV-Vis adalah ketika sejumlah cahaya melewati larutan pada panjang gelombang tertentu, sebagian cahaya diserap oleh larutan dan sebagian lainnya diteruskan. Sinyal yang dihasilkan kemudian dideteksi untuk analisis (Warono dan Syamsudin, 2013). Spektrometri UV-Vis digunakan untuk kualitatif menentukan struktur senyawa dengan gugus absorpsi atau kromofor. Keberadaan kromofor memfasilitasi transisi elektronik, yaitu perpindahan elektron dari keadaan dasar ke tingkat energi yang lebih tinggi (tereksitasi) (Hart, 2012).

Penggunaan spektrofotometer UV-Vis dalam karakterisasi bertujuan untuk mengidentifikasi pergeseran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) pada ligan dibandingkan dengan senyawa kompleks yang terbentuk. Senyawa kompleks dinyatakan terbentuk ketika terjadi perbedaan panjang gelombang maksimum antara senyawa kompleks dan ligan (Dharmayanti dan Martak, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Zulfiah (2017), yang mensintesis senyawa kompleks logam Ni(II) dengan ligan basa Schiff N,N'-bis(salisilidina)-1,2-fenilendiamina (salofen) yang dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada kisaran panjang gelombang 200-800 nm. Hasil analisis UV-Vis ditunjukkan pada Gambar 2.8. Puncak-puncak serapan Ligan basa Schiff N,N'-bis(salisilidina)-1,2-fenilendiamina terukur pada panjang gelombang 268 nm dan 334 nm dengan serapan maksimum pada panjang

gelombang 334 nm. Puncak pada panjang gelombang 268 nm menunjukkan adanya transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dari cincin aromatik, sedangkan pada 334 nm menunjukkan adanya transisi $n \rightarrow \pi^*$ dari gugus azometin. Puncak-puncak serapan senyawa kompleks adalah pada panjang gelombang 311 nm, 378 nm dan 475 nm dengan serapan maksimum pada panjang gelombang 378 nm. Puncak pada panjang gelombang 311 nm menunjukkan adanya transisi $\pi \rightarrow \pi^*$ dari cincin aromatik, pada 378 nm menunjukkan adanya transisi $n \rightarrow \pi^*$ dari gugus azometin dan pada 475 nm menunjukkan adanya transisi $d \rightarrow d$.



Gambar 2.8 Spektra UV-Vis senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan salofen (Zulfiah, 2017).

2.6 Sintesis senyawa Kompleks Basa Schiff dalam Perspektif Islam

Manusia diciptakan bertujuan untuk menjadi khalifah di muka bumi. Sebagaimana dalam firman Allah SWT Al-Qur'an surat Al-Baqarah ayat 30:

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

“Dan ingatlah ketika Tuhanmu berfirman kepada para Malaikat: ‘Sesungguhnya aku hendak menjadikan seorang khalifah di muka bumi’. Mereka berkata: ‘Mengapa Engkau hendak menjadikan (khalifah) di bumi itu orang yang akan membuat kerusakan padanya dan menumpahkan darah di sana, padahal kami senantiasa bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?’ Tuhan berfirman: ‘Sesungguhnya aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui’”

Dalam tafsir ekologi ayat di atas menjelaskan bahwa Allah SWT menjadikan manusia sebagai khalifah. Tugas manusia sebagai khalifah adalah melaksanakan tugasnya sesuai dengan petunjuk Allah. Tugas manusia sebagai khalifah adalah untuk menjaga dan bertanggung jawab atas dirinya, sesama manusia, dan alam yang menjadi sumber penghidupan. Sebagaimana dijelaskan oleh Ibn Asyur, adalah untuk memelihara dan mengelola bumi dengan baik. Hal ini mencakup upaya menjaga kelestarian lingkungan,

memanfaatkan potensi alam secara bijaksana, serta menghindari segala bentuk kerusakan. Maka dari itu manusia sebagai khalifah tidak diperbolehkan untuk merusak lingkungan.

Manusia yang memiliki potensi lebih dari makhluk hidup lainnya. Maka ia mengemban tugas sebagai *Khalifah fi al-'Ardi* yaitu kemampuan untuk menjaga, memakmurkan dan melestarikan alam. Karena tidak mungkin alam yang menjaga dan memelihara manusia (Iqbal, 2016). Sebagai seorang kimiawan muslim, salah satu langkah untuk mengurangi dampak negatif penggunaan bahan kimia yang berlebihan dan kurang efisiensi dalam pemanfaatan energi di bumi adalah dengan melakukan sintesis menggunakan metode *green synthesis*. Salah satu metode *green synthesis* adalah metode penggerusan. Metode penggerusan merupakan metode yang ramah lingkungan karena mampu meminimalisir penggunaan bahan organik berlebih sehingga menghasilkan limbah yang sedikit. Allah SWT berfirman dalam QS Ar-Rum ayat 41:

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

“Telah tampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia; Allah menghendaki agar mereka merasakan sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar).”

Kalimat (أَيْدِي النَّاسِ) dalam ayat di atas merupakan *majaz mursal: bi ithlaqil juz'l waridatul*

kulli disebutkan bahwa kerusakan yang terjadi adalah akibat dari tangan manusia. Menurut Imam Ibnu Katsir dalam tafsirnya yang menjelaskan *“bima kasabat ay-dinnasi ae bisababin maasi lianna shilahal ardhi bi thoatin”* kerusakan yang terjadi di bumi ini adalah akibat dari perbuatan maksiat manusia padahal kelestarian lingkungan hidup dapat diwujudkan dengan modal ketaatan terhadap peraturan-peraturan ilahi. Ayat ini menegaskan bahwa kerusakan lingkungan dan alam bukanlah kejadian alamiah, melainkan karena hasil dari tindakan manusia yang penuh dengan keserakahan, perbuatan maksiat, dan dosa-dosa yang pada akhirnya merusak dan menghancurkan alam ini (Muzaki, 2021). Maka pada penelitian kali ini dilakukan sintesis senyawa kompleks basa Schiff menggunakan metode penggerusan yang merupakan cara menerapkan pelestarian lingkungan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari-September 2024 di Laboratorium Organik Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya mortar alu, mortar agate, seperangkat alat gelas, tabung reaksi, rak tabung reaksi, bola hisap, neraca analitik, cawan porselen, botol semprot, oven, pipa kapiler, desikator, kertas saring, termometer, *Melting Point Apparatus* (MPA) STUART tipe SMP 11, spektrofotometer FTIR Varian tipe FT 1000, GC-MS QP2010S-SHIMADZU, spektrofotometer UV-Vis Varian Carry 50.

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini, diantaranya senyawa *ortho*-vanilin, *para*-anisidina, $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, akuades, NaOH 2M, KBr, kloroform, dan etanol

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini diawali dengan mensintesis senyawa basa Schiff dari reaktan senyawa *o*-vanilin dan *p*-anisidina dengan perbandingan (1:1) menggunakan metode penggerusan menghasilkan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Uji sifat fisik ligan menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA), uji sifat kimia ligan berupa kelarutan dengan dan akuades NaOH 2M, dan dikarakterisasi ligan dengan spektrofotometer GCMS, UV-Vis dan FTIR. Kemudian mensintesis kompleks dari ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dengan perbandingan (2:1) menggunakan metode penggerusan dengan variasi waktu 45; 60 dan 75 menit. Hasil produk sintesis kompleks tersebut masing-masing dilakukan uji sifat fisik dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan UV-Vis. Produk kompleks Ni-MMS direkristalisasi menggunakan etanol dan dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan UV-Vis.

3.4 Tahapan Penelitian

Adapun tahapan-tahapan yang akan dilakukan pada penelitian adalah:

1. Sintesis senyawa basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina dengan perbandingan (1:1) menggunakan metode penggerusan.
2. Uji sifat fisik senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA).

3. Uji sifat kimia senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan akuades dan NaOH 2M.
4. Karakterisasi ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan spektrofotometer GC-MS
5. Sintesis kompleks logam Ni(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan perbandingan (1:2) menggunakan metode penggerusan.
6. Uji sifat fisik senyawa kompleks Ni-MMS menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA).
7. Karakterisasi senyawa kompleks Ni-MMS menggunakan spektrofotometer FTIR, UV-Vis.
8. Analisis data

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan (Adawiyah, 2017)

o-Vanilin sebanyak 1,5368 g (10 mmol) dan *p*-anisidina 1,2567 g (10 mmol) digerus dalam mortar menggunakan alu selama 20 menit pada suhu ruang. Produk yang terbentuk dikeringkan di dalam desikator hingga massa konstan. Dihitung rendemen produk sintesis dengan persamaan 3.1 dan diamati sifat fisiknya berupa wujud, warna dan titik lelehnya

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

3.5.2 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan

Sintesis senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dilakukan pada perbandingan (1:2). Sebanyak 0,7718 g (3 mmol) ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan 0,3565 g (1,5 mmol) NiCl₂·6H₂O digerus menggunakan mortar alu selama 45; 60 dan 75 menit pada suhu ruang. Produk hasil sintesis dikeringkan dalam desikator kemudian ditimbang hingga massa konstan. Kemudian diamati sifat fisiknya berupa wujud, warna dan titik lelehnya.

3.6. Karakterisasi Ligan dan Kompleks

3.6.1 Uji Sifat Fisik Ligan dan Kompleks menggunakan MPA (Nadhifah, 2020)

Hasil sintesis ligan basa Schiff dan kompleksnya diuji titik lelehnya menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA). Masing-masing produk sintesis diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam pipa kapiler. Lalu termometer dimasukkan ke dalam alat MPA. MPA dinyalakan dan diatur kenaikan suhunya sebesar 20°C/menit. Selanjutnya, suhu diturunkan

menjadi 10°C/menit. Jika suhu mencapai perkiraan titik leleh produk menurut teori, maka suhu diturunkan menjadi 1°C/menit. Diamati proses pelelehan produk sintesis hingga mencair.

3.6.2 Uji Kelarutan Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Akuades dan NaOH 2M (Nadhifah, 2020)

Uji kelarutan ligan Ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan akuades dan NaOH 2M. Sebanyak 0,002 g produk sintesis dimasukkan ke dalam 2 tabung reaksi yang berbeda. Kemudian ditambahkan 2 ml akuades pada salah satu tabung reaksi. Tabung reaksi yang lain ditambahkan 2 ml NaOH 2M. Campuran dalam masing-masing tabung reaksi dikocok dan diamati perubahan yang terjadi.

3.6.3 Karakterisasi Ligan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan GC-MS (Nadhifah, 2020)

Senyawa basa Schiff hasil sintesis sebanyak 5 µl yang telah dilarutkan dengan kloroform dengan konsentrasi 30.000 ppm diinjeksikan dengan menggunakan *syringe* ke dalam tempat GC-MS QP-2010S/SHIMADZU dengan kondisi operasional sebagai berikut:

Jenis kolom	: Rtx 5
Panjang kolom	: 30 METER
Detektor	: GC-MS-QP2010
Oven	: Terprogram 70°C (5 menit) → 300°C (19 menit)
Temperatur injektor	: 300°C
Tekanan gas	: 13,7 kPa
Kecepatan aliran gas	: 0,5 ml/menit (konstan)
Gas pembawa	: Helium

3.6.4 Karakterisasi Ligan dan Kompleks menggunakan Spektrofotometer FTIR (Solawati, 2021)

Gugus fungsi senyawa produk dan ligan hasil sintesis diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR Varian tipe FT 1000. Sampel dicampur dengan KBr dengan perbandingan 2:98, kemudian digerus menggunakan mortar agate. Campuran tersebut ditekan dan dibentuk pelet, lalu diletakkan dalam *cell holder* pada spektrofotometer FTIR dan dibuat spektrum IR pada rentang bilangan gelombang 4000-400 cm⁻¹.

3.6.5 Karakterisasi Ligan dan Kompleks menggunakan Spektrofotometer UV-Vis (Fahriyah, 2021)

Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengetahui pergeseran panjang gelombang antara ligan dengan senyawa kompleks hasil sintesis. Hasil sintesis senyawa kompleks dilarutkan dalam etanol. Setelah itu dimasukkan pada kuvet dan dianalisis pada rentang panjang gelombang 200-800 nm

3.7 Rekristalisasi Senyawa Kompleks

Produk kompleks Ni-MMS di rekristalisasi menggunakan etanol dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian didinginkan dalam air es selama 2 hari hingga membentuk kristal. Setelah itu, sisa larutan dalam tabung reaksi dituangkan ke dalam cawan porselen dan dimasukkan ke dalam desikator hingga membentuk kristal. Kristal yang diperoleh di tabung reaksi dan di cawan porselen dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR dan UV-Vis.

3.8 Analisis Data

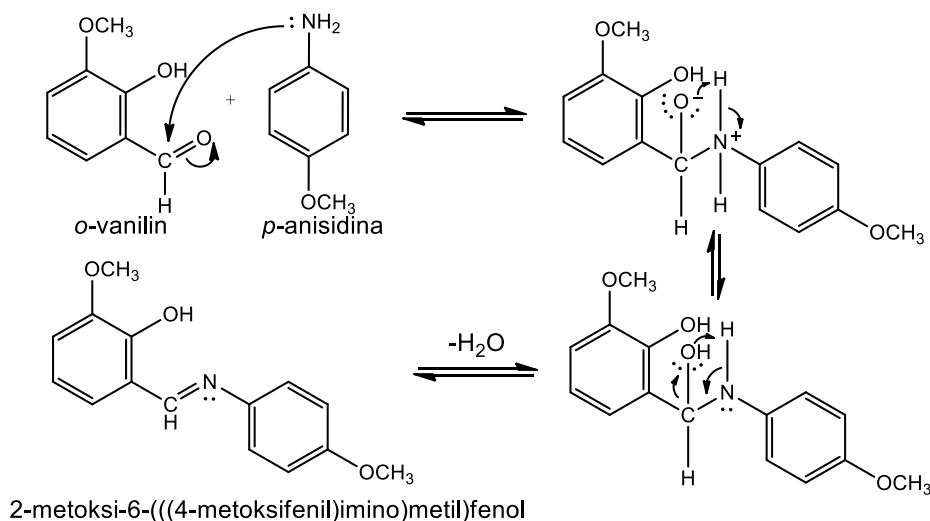
1. Hasil uji sifat fisik menggunakan *Melting Point Apparatus* (MPA) yaitu dalam bentuk *range* yang didata dari rata-rata hasil percobaan dari produk sintesis sebanyak tiga kali pengulangan.
2. Hasil uji sifat kimia berupa kelarutan produk sintesis menggunakan akuades dan NaOH 2M. Produk sintesis sedikit larut dalam akuades dan larut dalam NaOH 2M.
3. Hasil karakterisasi dengan GC berupa kemurnian senyawa yang diperoleh dari persen intensitas puncak. Sedangkan hasil karakterisasi dengan MS berupa ion molekuler yang m/z -nya setara dengan berat molekul sebesar 257,28 g/mol.
4. Hasil karakterisasi FTIR berupa gugus fungsi dari senyawa tertentu. Dimana ligan basa Schiff memiliki serapan khas gugus azometin pada bilangan gelombang 1690-1590 cm^{-1} , sedangkan kompleks basa Schiff memiliki serapan khas gugus azometin dan serapan khas dengan ion logam Ni-O pada bilangan gelombang 532 cm^{-1} dan logam Ni-N pada bilangan gelombang 478 cm^{-1} .
5. Hasil karakterisasi menggunakan UV-Vis berupa panjang gelombang maksimum dari senyawa sampel. Senyawa kompleks Ni-MMS memiliki absorbansi pada panjang gelombang daerah *visible* untuk logam transisi $d \rightarrow d$.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol disintesis dari reaktan *o*-vanilin dan *p*-anisidina. *o*-Vanilin bertindak sebagai elektrofil yang mengandung gugus aldehida, dan *p*-anisidina yang mengandung gugus amina primer akan bertindak sebagai nukleofil yang akan menyerang gugus karbonil dari *o*-vanilin. Kedua reaktan tersebut akan menghasilkan senyawa basa Schiff yang memiliki gugus khas $>C=N-$ (imina). Reaksi pembentukan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol terjadi melalui 2 tahap, yaitu adisi dan eliminasi. Pada tahap adisi, gugus amina (NH_2) dari *p*-anisidina menyerang atom C karbonil dari *o*-vanilin. Kemudian pada tahap eliminasi, terjadi pelepasan molekul air (H_2O) dari zat antara membentuk 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Mekanisme reaksi pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Mekanisme reaksi pembentukan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol disintesis menggunakan metode penggerusan. Metode penggerusan melibatkan konversi energi mekanik akibat gesekan menjadi energi termal, sehingga reaksi antar reaktan terjadi dan menghasilkan senyawa baru yaitu senyawa basa Schiff (Sana, *et al.*, 2012).

4.2 Uji Sifat Fisik dan Kimia Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Uji sifat fisik ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol meliputi titik leleh, wujud, dan warna. Dapat diduga bahwa senyawa *o*-vanilin dan *p*-anisidina telah

bereaksi membentuk produk. Hal tersebut ditandai dengan terjadinya perubahan warna dari *o*-vanilin berwarna kuning pucat dan *p*-anisidina berwarna hitam mengkilap menjadi produk berwarna kuning kecoklatan seperti pada Gambar 4.2. Selain itu, terjadi perubahan titik leleh dari reaktan *o*-vanilin sebesar 40-42°C dan *p*-anisidina sebesar 56-59°C menjadi produk yang memiliki titik lebur 79 - 84,6°C. Hasil uji sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 4.1.



Gambar 4.2 Hasil produk sintesis 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Tabel 4.1 Perbandingan hasil uji sifat fisik

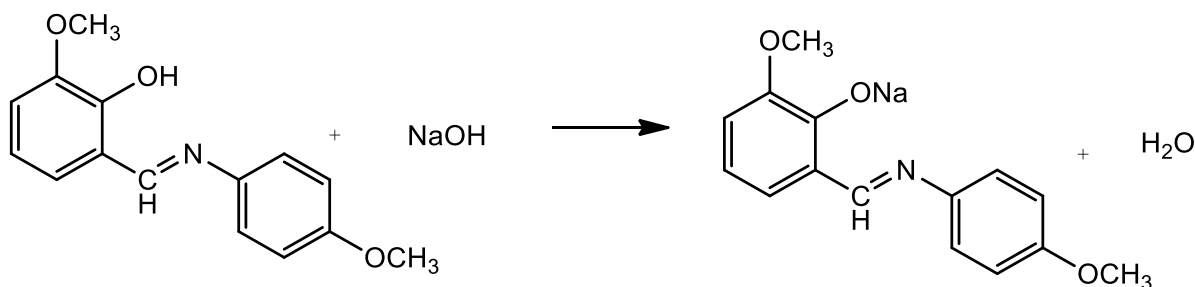
Pengamatan	<i>o</i> -Vanilin	<i>p</i> -Anisidina	Produk
Wujud	Padatan	Padatan	Padatan
Warna	Kuning pucat	Hitam mengkilap	Kuning kecoklatan
Titik lebur (°C)	40-42 ^a	56-59 ^a	79-84,6
Rendemen(%)	-	-	99,4480%

Keterangan: a = Zamrotin, 2022

Uji sifat kimia produk sintesis bertujuan untuk mengetahui terbentuknya ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Uji tersebut dilakukan dengan melarutkan padatan basa Schiff ke dalam larutan NaOH 2M dan akuades. Gambar 4.3 menunjukkan bahwa ligan basa Schiff sedikit larut dalam akuades yang ditandai dengan warna larutan yang berwarna sedikit kekuningan dan masih terdapat endapan. Sedangkan dalam NaOH, larutan berubah menjadi berwarna kuning dan tidak terdapat endapan. Hal ini mengindikasikan bahwa ligan basa Schiff yang mengandung gugus fenol bereaksi dengan ion hidroksida dari NaOH membentuk garam fenolat yang larut dalam air. Reaksi ini berdasarkan teori asam-basa Bronsted-Lowry, dimana ligan basa Schiff berperan sebagai asam dan ion hidroksida sebagai basa. Persamaan reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 4.4.



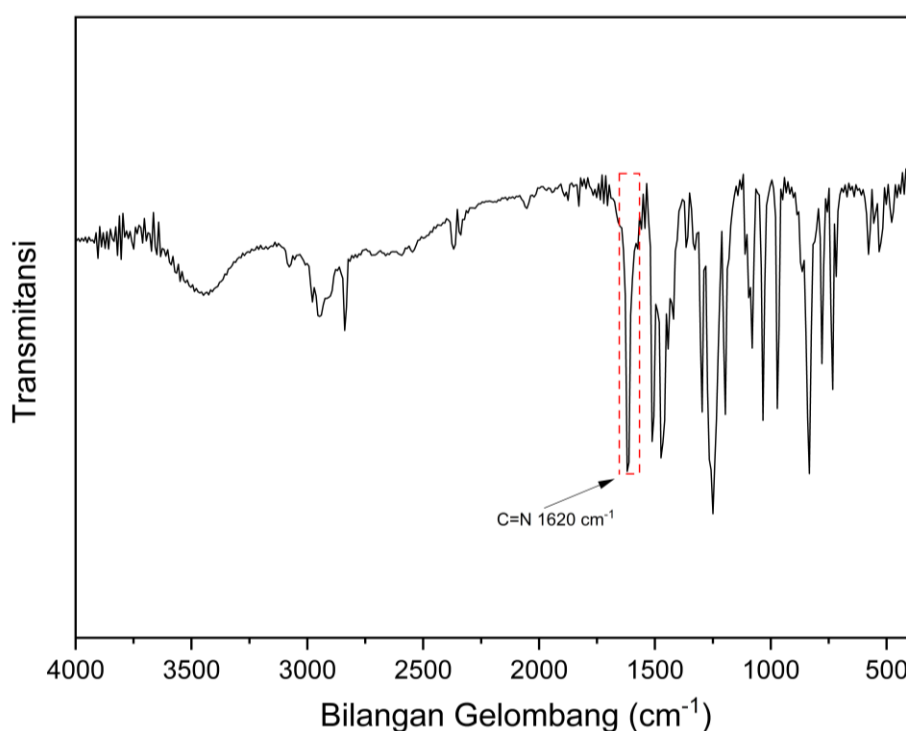
Gambar 4.3 Hasil uji kelarutan ligan basa Schiff dalam akuades dan NaOH 2M



Gambar 4.4 Persamaan reaksi ligan basa Schiff dengan NaOH

4.3 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer FTIR

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi yang terdapat dalam ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol terutama gugus fungsi khas basa Schiff yaitu imina (C=N), melalui suatu puncak spektrum pada bilangan gelombang tertentu. Gugus fungsi imina muncul pada bilangan gelombang 1620 cm⁻¹ dengan serapan yang tajam dan kuat. Jovianto (2020) dan Fachriyah (2021) juga melakukan uji FTIR yang menunjukkan serapan gugus imina yang tajam dan kuat pada bilangan gelombang 1615 cm⁻¹. Spektra FTIR menunjukkan bahwa serapan karakteristik gugus karbonil (C=O) pada bilangan gelombang 1642 cm⁻¹ dari *o*-vanilin dan serapan gugus amina (NH₂) pada rentang 3422-3348 cm⁻¹ dari *p*-anisidina telah menghilang (Zamrotin, 2022). Hal ini mengindikasikan bahwa reaksi sintesis telah berhasil membentuk produk yang diharapkan, yaitu 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Hasil spektra produk ligan basa Schiff dapat dilihat pada Gambar 4.5 dan hasil interpretasi gugus fungsi produk ligan basa Schiff ditunjukkan pada Tabel 4.2.



Gambar 4.5 Spektra FTIR produk ligan basa Schiff

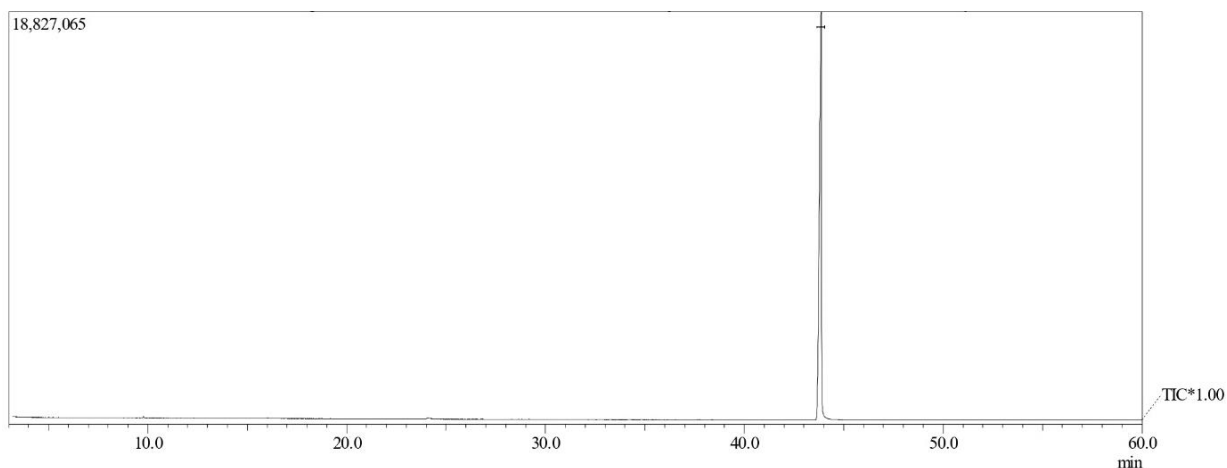
Tabel 4.2 Hasil interpretasi FTIR produk ligan

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	
	Ligan Basa Schiff	Referensi
-OH <i>stretch</i>	3488	3600-3200 ^b
C _{sp2} -H <i>stretch</i>	3078	3100-3010 ^b
C _{sp3} -H <i>stretch asymmetry</i>	2947	2970-2850 ^b
C _{sp3} -H <i>stretch symmetry</i>	2839	2970-2850 ^b
Overtone aromatik	1998-1705	2000-1667 ^a
C=N <i>stretch</i>	1620	1690-1590 ^a
C=C aromatik	1512	1500-1600 ^b
C _{sp3} -H <i>bend scissoring</i>	1442	1465-1440 ^a
C _{sp3} -H <i>bend rocking</i>	1365	1470-1340 ^b
C-O-C <i>stretch</i>	1296	1310-1020 ^c
C-O <i>stretch</i> fenol	1249	1260-1180 ^c
C _{sp2} -H <i>bend scissoring</i> aromatik	1080-1033	1100-1000 ^d
C _{sp2} -H <i>bend rocking</i> alifatik	972-833	1000-650 ^b
C _{sp2} -H <i>bend wagging</i> aromatik	779-732	900-690 ^b

a = Pavia, *et al.*, 1979; b = Skoog, *et al.*, 1998; c = Socrates, 2001; d = Silverstein, *et al.*, 1991

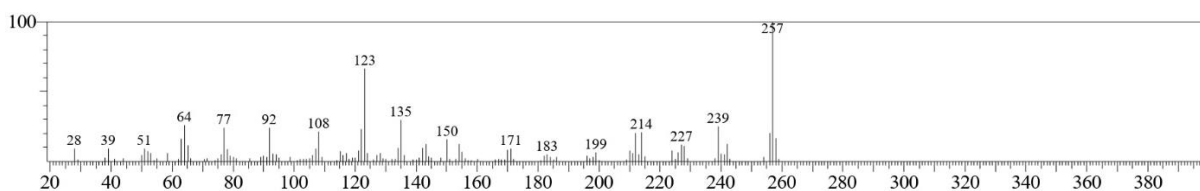
4.4 Karakterisasi Ligan Basa Schiff menggunakan Spektrofotometer GC-MS

Spektrofotometer GC-MS merupakan teknik analisis yang menggabungkan kromatografi gas dan spektrofotometri sebagai detektor. Karakterisasi menggunakan GC-MS bertujuan untuk mengetahui keberadaan senyawa target dalam produk sintesis, serta mengetahui berat molekul senyawa berdasarkan nilai *m/z* dari ion molekuler dan menentukan struktur molekul produk sintesis berdasarkan pola fragmentasi (Madaniyah, 2020). Hasil analisis GC berupa kromatogram ditunjukkan pada Gambar 4.6.

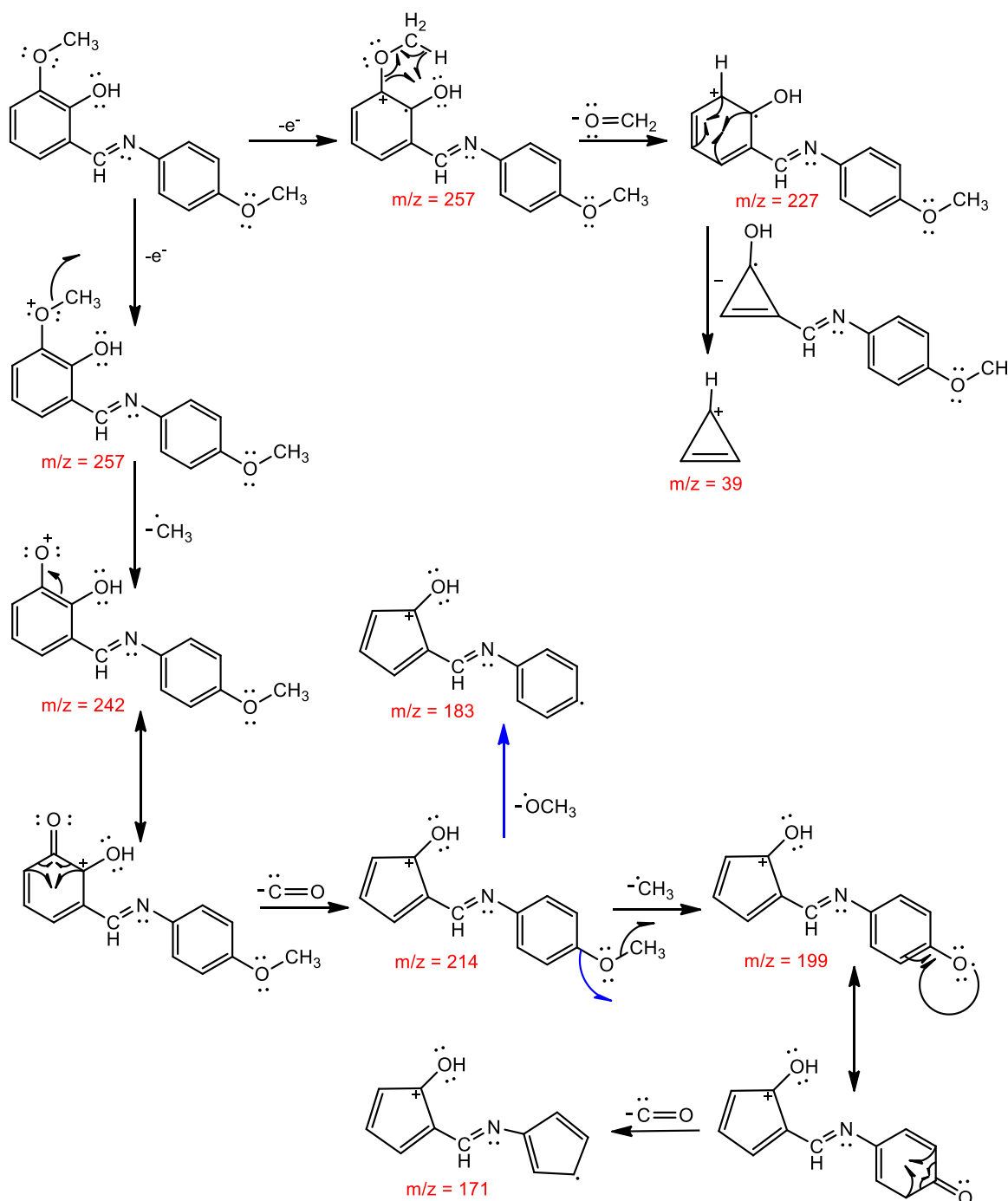
**Gambar 4.6** Kromatogram produk sintesis

Berdasarkan hasil kromatogram pada Gambar 4.6, dapat diketahui bahwa diperoleh satu puncak pada waktu retensi 43,854 menit dan memiliki persen luas area sebesar 100% yang menunjukkan bahwa kemurnian senyawa target sebesar 100%. Data ini diperkuat dengan hasil analisa menggunakan spektrofotometer massa dengan ion molekuler (*m/z*) sebesar 257 yang sama dengan berat molekul ligan 2-metoksi-6-(((4-

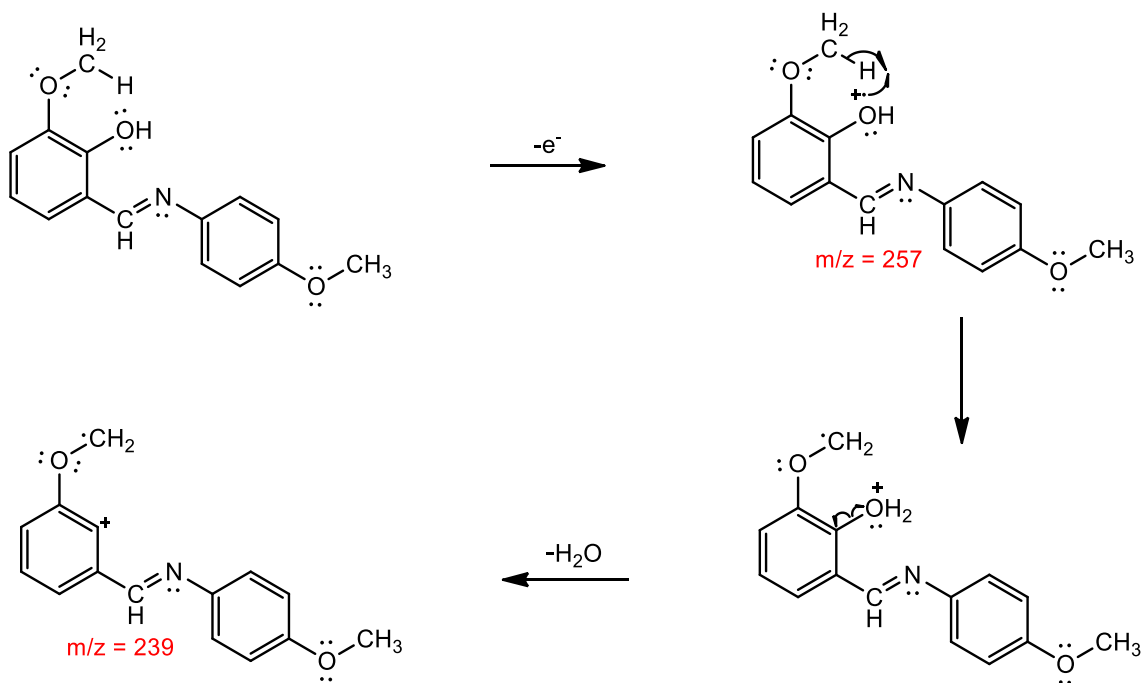
metoksifenil)imino)metil)fenol. Berdasarkan Gambar 4.7, bahwa ion molekular memiliki kestabilan yang tinggi sehingga menjadi *base peak*. Terbentuknya senyawa target juga diperkuat oleh hasil pola fragmentasinya yang ditunjukkan pada Gambar 4.8. – 4.11.



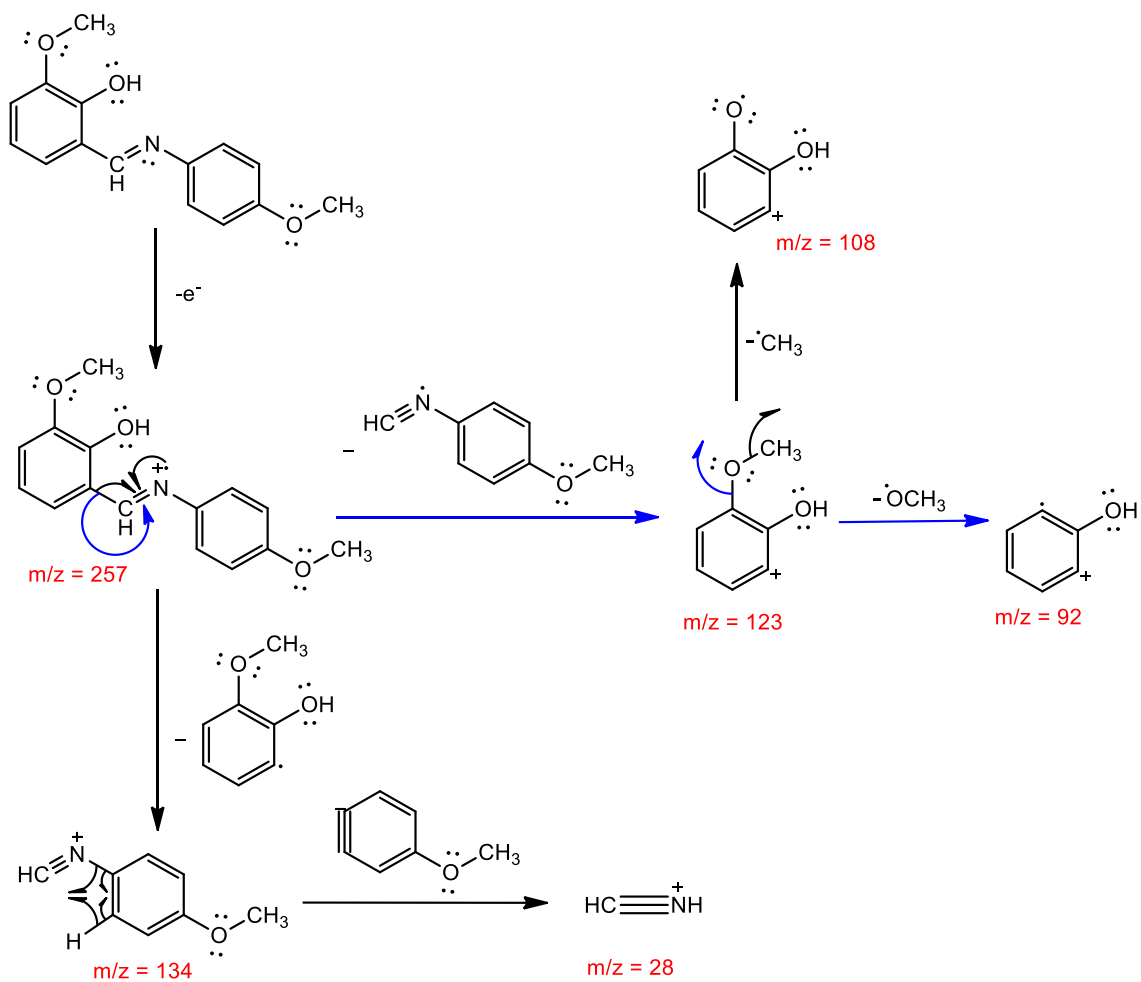
Gambar 4.7 Spektra massa produk sintesis



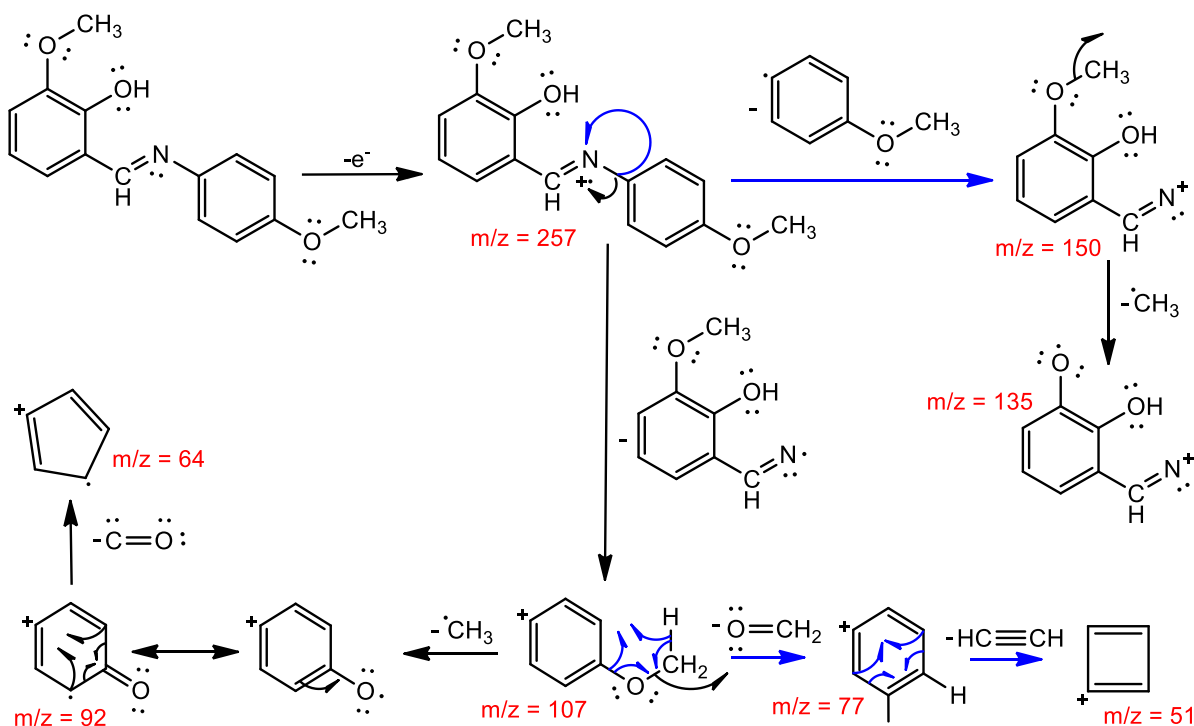
Gambar 4.8 Pola fragmentasi produk 257, 242, 227, 214, 199, 813, 171, 39



Gambar 4.9 Pola fragmentasi produk 257, 239



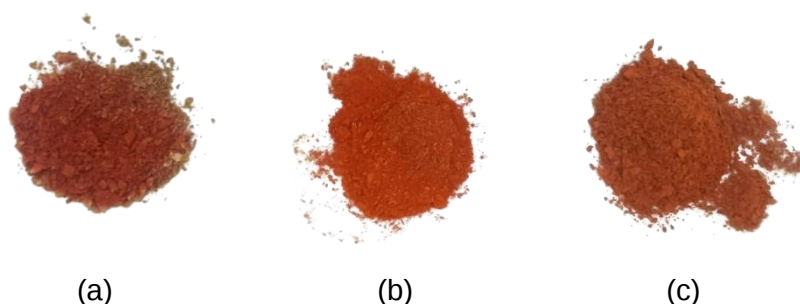
Gambar 4.10 Pola fragmentasi produk 257, 134, 123, 108, 92, 28



Gambar 4.11 Pola fragmentasi produk 257, 150, 135, 107, 92, 77, 64, 51

4.5 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol (Ni-MMS)

Senyawa kompleks Ni(II) dengan ligan basa Schiff disintesis dengan metode penggerusan menggunakan reaktan $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebagai sumber ion logam Ni(II) dan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol yang bertindak sebagai ligan. Metode penggerusan merupakan metode *green chemistry* yang ramah lingkungan, efisiensi energi, ekonomi atom dan mudah dilakukan (Ivankovic, *et al.*, 2017). Proses penggerusan menghasilkan energi mekanik yang kemudian dikonversi menjadi energi panas. Energi panas yang dihasilkan akan meningkatkan energi kinetik molekul-molekul reaktan, sehingga tumbukan terjadi dan menghasilkan produk (Sana, *et al.*, 2012). Hasil penggerusan kompleks basa Schiff ditunjukkan pada Gambar 4.12 dan sifat fisik produk sintesis kompleks basa Schiff ditunjukkan pada Tabel 4.3.



Gambar 4.12 Hasil penggerusan pada variasi (a) 45 menit (b) 60 menit (c) 75 menit

Tabel 4.3 Sifat fisik produk sintesis kompleks Ni-MMS

Pengamatan	R ₁	R ₂	P ₁	P ₂	P ₃
Wujud	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)
Warna	Kuning kecoklatan	Hijau	Merah tua	Merah tua	Merah tua
Massa (gram)	0,7718	0,3565	1,1421	1,1212	1,1189
Titik leleh (°C)	79-84,6	140 ^(a)	91-94	91-94	91-94

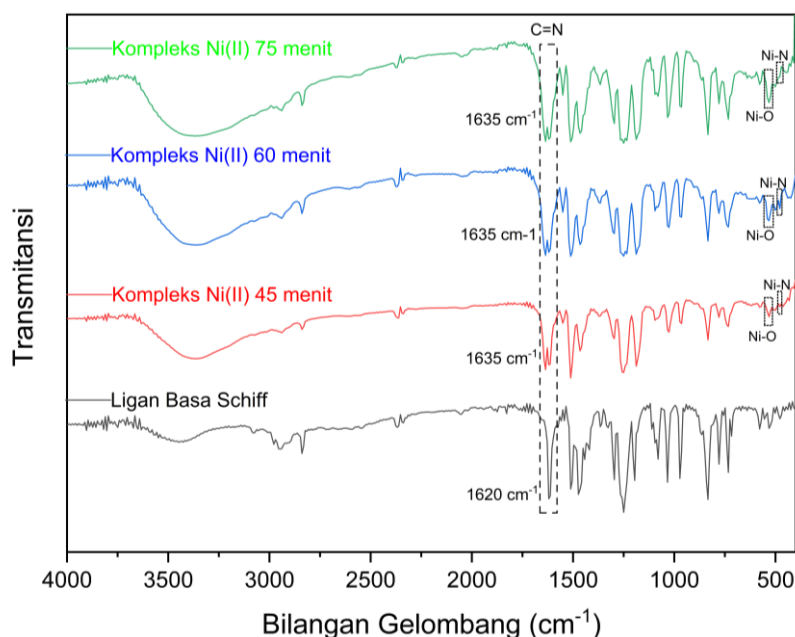
Keterangan:R₁ : Ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenolR₂ : NiCl₂.6H₂O^(a) : Merck (2021)P₁ : Ni-MMS 45 menitP₂ : Ni-MMS 60 menitP₃ : Ni-MMS 75 menit

Uji sifat fisik produk sintesis meliputi warna dan titik leleh. Berdasarkan Tabel 4.3, diperoleh produk sintesis pada variasi waktu penggerusan 45; 60; dan 75 menit memiliki warna yang sama yaitu berwarna merah tua, hal ini berbeda dengan warna ligan basa Schiff yaitu kuning kecoklatan dan garam logam NiCl₂.6H₂O yaitu hijau. Namun stabilitas warna berbeda pada setiap variasi. Stabilitas optimum diperoleh pada variasi waktu 60 menit yang ditandai dengan tidak adanya perubahan warna setelah sintesis. Sedangkan pada variasi 45 menit dan 75 menit mengalami perubahan warna setelah sintesis yang menunjukkan ketidakstabilan warna produk. Pada variasi 45 menit kemungkinan disebabkan waktu penggerusan yang terlalu singkat, sehingga reaksi belum homogen. Sementara itu, pada variasi 75 menit, ketidakstabilan warna kemungkinan diakibatkan oleh waktu reaksi yang terlalu lama. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Dafa *et al* (2023), waktu reaksi merupakan faktor penting yang mempengaruhi keberhasilan sintesis penggerusan. Sehingga, hasil yang optimum diambil dari variasi penggerusan 60 menit yang memiliki kestabilan paling baik. Kemudian pengamatan titik leleh produk sintesis pada variasi waktu penggerusan 45; 60; dan 75 menit masing-masing menunjukkan *range* 91-94 °C berbeda dengan titik leleh ligan basa Schiff dan garam logam. Ligan basa Schiff Schiff memiliki *range* titik leleh 79-84,6 °C sedangkan garam logam NiCl₂.6H₂O memiliki titik leleh pada 140 °C. Adanya perbedaan warna dan titik leleh antara produk sintesis dengan ligan dan logam, mengindikasikan bahwa senyawa kompleks Ni-MMS telah terbentuk.

4.6 Karakterisasi Senyawa Kompleks Ni-MMS menggunakan Spektrofotometer FTIR

Karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR bertujuan untuk mengetahui keberadaan gugus-gugus fungsi produk sintesis. Dalam penelitian ini, karakterisasi menggunakan FTIR juga digunakan untuk menganalisis pergeseran bilangan gelombang gugus fungsi pada senyawa basa Schiff setelah bereaksi membentuk senyawa kompleks. Analisis ini memungkinkan identifikasi gugus atom ligan yang terkoordinasi pada atom pusat

logam (Ladarama, 2022). Spektra FTIR ligan dan senyawa kompleks Ni-MMS ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Spektra FTIR ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Ni-MMS

Tabel 4.4 Hasil interpretasi spektra FTIR produk sintesis

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				Referensi
	Ligan	P1	P2	P3	
O-H stretch	3488	3371	3363	3356	3600-3200 ^b
Csp ² -H stretch	3078	3078	3078	3070	3100-3010 ^b
Csp ³ -H stretch	2947	2939	2939	2939	2970-2850 ^b
asymmetry					
Csp ³ -H stretch	2839	2839	2839	2839	2970-2850 ^b
symmetry					
Overtone aromatik	1998-1705	1998-1705	1998-1705	1998-1705	2000-1667 ^a
C=N stretch	1620	1635 dan 1620	1635 dan 1620	1635 dan 1620	1690-1590 ^a
C=C aromatik	1512	1512	1512	1512	1500-1600 ^b
Csp ³ -H bend	1442	1465	1465	1465	1465-1440 ^a
scissoring					
Csp ³ -H bend rocking	1365	1373	1365	1365	1470-1340 ^b
C-O-C stretch	1296	1296	1296	1296	1310-1020 ^c
C-O stretch fenol	1249	1249	1249	1249	1260-1180 ^c
Csp ² -H bend	1080-1033	1095-1026	1080-1026	1080-1033	1100-1000 ^d
scissoring aromatik					
Csp ² -H bend rocking	972-833	964-833	964-833	964-833	1000-650 ^b
alifatik					
Csp ² -H bend	779-732	779-732	779-732	779-732	900-690 ^b
wagging aromatik					
Ni-O	-	532	532	532	599-525 ^e
Ni-N	-	478	478	478	488-420 ^f

Keterangan: a = Pavia, *et al.*, 1979 b = Skoog, *et al.*, 1998 c = Socrates, 2001 d = Silverstein, *et al.*, 1991 e = Alkis, *et al.*, 2020 f = Muhammad dan Kurawa, 2019

P1 : Ni-MMS 45 menit

P2 : Ni-MMS 60 menit

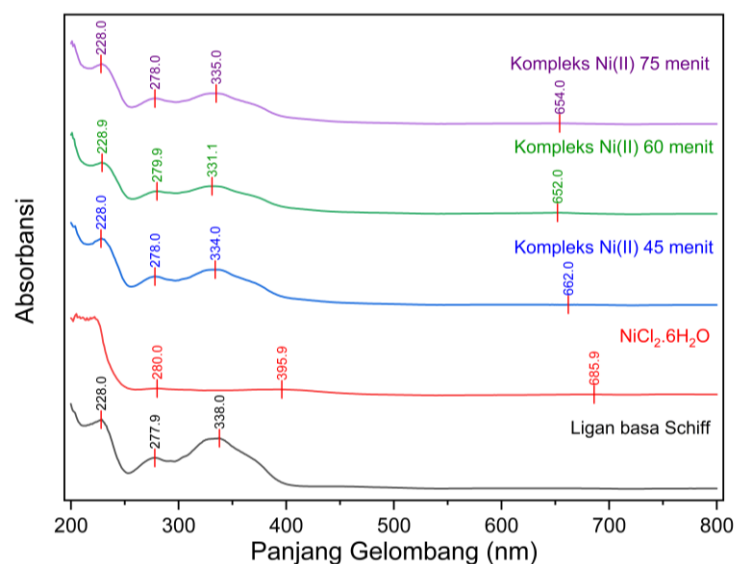
P3 : Ni-MMS 75 menit

Berdasarkan Tabel 4.4 serapan gugus imina ($C=N$) ligan basa Schiff pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1} dengan senyawa kompleks pada bilangan gelombang 1635 cm^{-1} menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang ke arah yang lebih panjang. Selain itu, serapan gugus O-H ligan basa Schiff bergeser dari bilangan gelombang 3488 cm^{-1} ke arah bilangan gelombang yang lebih kecil menjadi 3371 cm^{-1} , 3363 cm^{-1} , dan 3356 cm^{-1} . Pergeseran serapan gugus imina ($C=N$) dan O-H antara ligan dengan senyawa kompleks menunjukkan adanya ikatan koordinasi atom N dan O dengan ion logam. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa kompleks pada masing-masing variasi telah terbentuk (Khalaji, *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Chinelo *et al.*, (2021), spektrum FTIR dari ligan basa Schiff 2-(3-phenylallylidene)thiosemicarbazide menunjukkan serapan gugus imina ($C=N$) pada bilangan gelombang 1591 cm^{-1} . Setelah berkoordinasi dengan logam Ni(II), serapan gugus imina pada senyawa kompleks mengalami pergeseran ke bilangan gelombang yang lebih panjang yaitu 1623 cm^{-1} .

Analisis FTIR lain pada Tabel 4.4 menunjukkan adanya serapan pada bilangan gelombang 532 cm^{-1} dan 478 cm^{-1} . Kedua serapan tersebut mengindikasikan adanya koordinasi antara logam dengan ligan, dimana 532 cm^{-1} merupakan ikatan Ni-O dan 478 cm^{-1} merupakan ikatan Ni-N. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa senyawa kompleks Ni-MMS pada variasi 45; 60; dan 75 menit telah terbentuk. Variasi 60 menit dipilih untuk uji lanjut karena pada gugus Ni-O dan Ni-N pada spektra FTIR intensitasnya lebih tajam yang mengindikasikan adanya ikatan yang kuat antara atom donor dan atom nikel. Hasil karakterisasi ini sesuai dengan Aini (2023) yang telah menganalisis FTIR kompleks basa Schiff dari ligan 2-metoksi-6-((tiazol-2-ilimino)metil)fenol dengan logam Ni(II) dengan variasi waktu 30; 45; dan 60 menit. Hasil analisis pada variasi 30; 45; dan 60 menit masing-masing menunjukkan serapan Ni-O pada bilangan gelombang 526 cm^{-1} , 530 cm^{-1} , 530 cm^{-1} dan serapan Ni-N pada bilangan gelombang 418 cm^{-1} , 420 cm^{-1} , 420 cm^{-1} .

4.7 Karakterisasi Senyawa Kompleks Ni-MMS menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Karakterisasi produk sintesis menggunakan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk mengidentifikasi pergeseran panjang gelombang antara ligan dengan senyawa kompleks. Analisa dilakukan dengan melarutkan ligan dan kompleks ke dalam pelarut etanol dan kemudian diukur spektrum serapannya pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Data λ_{maks} yang diperoleh digunakan untuk menganalisis jenis transisi elektronik yang terjadi pada masing-masing senyawa, sehingga dapat memberikan informasi mengenai struktur elektronik dan interaksi antara ligan dan ion logam pusat. Hasil perbandingan spektra UV-Vis ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Ni-MMS ditunjukkan pada Gambar 4.14.



Gambar 4.14 Spektra UV-Vis ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Ni-MMS

Tabel 4.5 Hasil interpretasi spektra UV-Vis ligan dengan kompleks Ni-MMS

Senyawa	$\lambda_{\text{maks}} \text{ (nm)}$			Transisi Senyawa Kompleks
	$\pi - \pi^*$	$n - \pi^*$	d - d	
Kompleks Ni-MMS 75 menit	228,0 278,0	335,0	654,0	$^3A_{2g} (F) \rightarrow ^3T_{2g} (F)$
Kompleks Ni-MMS 60 menit	228,9 279,9	331,1	652,0	$^3A_{2g} (F) \rightarrow ^3T_{2g} (F)$
Kompleks Ni-MMS 45 menit	228,0 278,0	334,0	662,0	$^3A_{2g} (F) \rightarrow ^3T_{2g} (F)$
NiCl ₂ .6H ₂ O	280,0	395,9	685,9	-
Ligan basa Schiff	228,0 277,9	338,0	-	-

Hasil analisis UV-Vis pada Tabel 4.5 senyawa kompleks Ni-MMS menunjukkan adanya 4 serapan panjang gelombang maksimum pada setiap variasi waktu. Panjang gelombang ini mengindikasikan terjadinya transisi elektronik tertentu, termasuk transisi d – d yang sesuai dengan karakteristik senyawa kompleks d^8 berbentuk geometri oktahedral, yaitu transisi $^3A_{2g} (F) \rightarrow ^3T_{2g} (F)$ (Effendy, 2010). Senyawa kompleks Ni-MMS variasi 45 menit menunjukkan serapan pada panjang gelombang 228,0 nm, 278,0 nm yang merupakan transisi $\pi - \pi^*$, panjang gelombang 334,0 nm yang merupakan transisi $n - \pi^*$, dan panjang gelombang 652,0 nm yang merupakan transisi d – d. Senyawa kompleks Ni-MMS variasi 60 menit menunjukkan serapan pada panjang gelombang 228,9 nm, 279,9 nm yang merupakan transisi $\pi - \pi^*$, panjang gelombang 331,1 nm yang merupakan transisi $n - \pi^*$, dan panjang gelombang 652,0 nm yang merupakan transisi d – d. Senyawa kompleks Ni-MMS variasi 75 menit menunjukkan serapan pada panjang gelombang 228,0 nm, 278,0 nm yang merupakan transisi $\pi - \pi^*$, panjang gelombang 335,0 nm yang merupakan transisi $n - \pi^*$, dan panjang gelombang 654,0 nm yang merupakan transisi d – d.

Hasil dari analisis UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran panjang gelombang 338,0 nm dari ligan menjadi 334,0 nm dari senyawa kompleks Ni-MMS variasi 45 menit, 331,1 nm

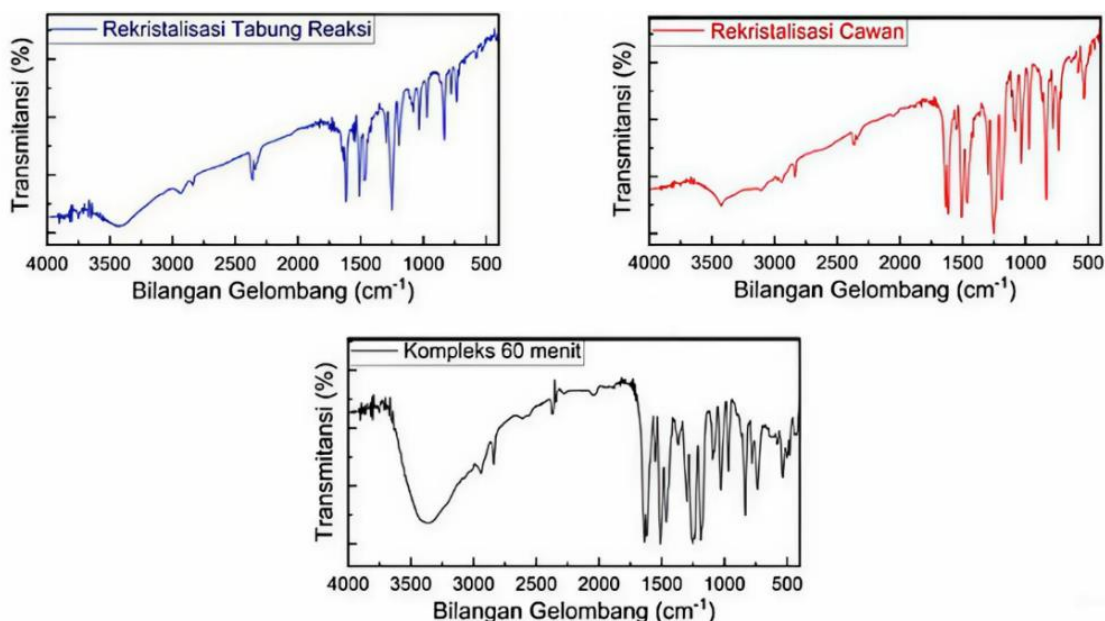
dari senyawa kompleks Ni-MMS 60 menit, 335,0 nm senyawa kompleks Ni-MMS variasi 75 menit. Bergesernya panjang gelombang dari ligan menjadi senyawa kompleks Ni-MMS ke arah panjang gelombang yang lebih rendah atau hipsokromik menunjukkan adanya interaksi antara ligan dengan ion logam yang menunjukkan senyawa kompleks Ni-MMS telah terbentuk (Martak, *et al.*, 2018; Fa'izzah dan Sugiyarto, 2016). Pergeseran panjang gelombang maksimum pada spektrum serapan mengindikasikan pembentukan kompleks antara ligan dan ion logam (Agustin, 2017). Selain itu, muncul serapan elektronik dari transisi d-d dengan intensitas rendah merupakan khas dari senyawa kompleks tidak terlihat. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi larutan terlalu rendah (Menati, *et al.*, 2021). Hasil UV-Vis ini sesuai dengan penelitian Kareem *et al* (2020) yang menunjukkan pergeseran panjang gelombang setelah ligan basa Schiff berkoordinasi dengan logam Ni(II). Pergeseran terjadi dari 324 nm menjadi 312 nm yang merupakan transisi $n - \pi^*$, serta munculnya transisi d – d pada bilangan gelombang 797 nm. Al Shemary *et al* (2017) juga telah menganalisis UV-Vis pada dua senyawa kompleks Ni-MMS yang menunjukkan adanya transisi d – d setelah ligan berikatan dengan logam pada panjang gelombang 630 nm dan 734 nm.

Beberapa transisi elektronik d – d yang secara teoritis mungkin terjadi tidak dapat diamati karena melanggar aturan seleksi Laporte. Namun, transisi elektronik yang tergolong terlarang tetap dapat terdeteksi, meskipun dengan intensitas yang lebih rendah dibandingkan transisi yang diizinkan (Effendy, 2013). Oleh karena itu, transisi d – d yang berpotensi terjadi pada produk senyawa kompleks Ni-MMS hasil sintesis dengan variasi waktu 45, 60 dan 75 menit adalah transisi $^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{2g}(F)$, meskipun intensitasnya rendah. Al-Hamdani *et al* (2015) telah menganalisis kompleks basa Schiff hasil dari ligan basa Schiff 2-[1,5-dimethyl-3-[2-(5-methyl-1H-indol-3-yl)-ethylimino]2-phenyl-2,3-dihydro-1H-pyrazol-4-ylazo]5-hydroxybenzoic acid dengan logam Ni(II) menggunakan UV-Vis. Hasil analisisnya menunjukkan tiga transisi d – d yang dapat diamati yaitu $^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{1g}(P)$, $^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{2g}(F)$. dan $^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{1g}(F)$.

4.8 Perbandingan Spektrofotometer FTIR dan UV-Vis antara Kompleks Ni-MMS 60 Menit dan Rekrystalisasi Kompleks Ni-MMS 60 Menit

Rekrystalisasi merupakan suatu teknik pemurnian yang memanfaatkan prinsip perbedaan kelarutan. Zat padat yang dimurnikan dilarutkan dalam pelarut yang sesuai, kemudian dikristalkan kembali sehingga diperoleh senyawa murni yang terbebas dari pengotor. Analisis tersebut dilakukan pada sampel variasi 60 menit karena mengalami pergeseran bilangan gelombang gugus imina (C=N) dan tajamnya intensitas pada gugus Ni-O dan Ni-N pada karakterisasi FTIR, serta memiliki stabilitas warna yang baik dibandingkan dengan variasi 45 dan 60 menit. Uji rekrystalisasi dilakukan dengan melarutkan padatan senyawa kompleks Ni-MMS pada etanol. Setelah proses rekrystalisasi, kristal yang diperoleh dikarakterisasi menggunakan FTIR dan UV-Vis untuk dibandingkan dengan senyawa

kompleks Ni-MMS sebelum direkristalisasi. Perbandingan spektra FTIR ditunjukkan pada Gambar 4.15.



Gambar 4.15 Perbandingan spektra FTIR sebelum dan sesudah rekristalisasi

Tabel 4.6 Hasil interpretasi spektra FTIR produk rekristalisasi

Gugus Fungsional	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)				
	Ligan	P ₂	Pr ₁	Pr ₂	Referensi
O-H stretch	3488	3363	3488	3425	3600-3200 ^b
Csp ² -H stretch	3078	3078	3078	3070	3100-3010 ^b
Csp ³ -H stretch	2947	2939	2939	2939	2970-2850 ^b
asymmetry					
Csp ³ -H stretch	2839	2839	2839	2839	2970-2850 ^b
symmetry					
Overtone aromatik	1998-1705	1998-1705	1998-1705	1998-1705	2000-1667 ^a
C=N stretch	1620	1635 dan 1620	1620	1635 dan 1620	1690-1590 ^a
C=C aromatik	1512	1512	1512	1512	1500-1600 ^b
Csp ³ -H bend	1442	1465	1465	1465	1465-1440 ^a
scissoring					
Csp ³ -H bend rocking	1365	1365	1365	1365	1470-1340 ^b
C-O-C stretch	1296	1296	1296	1296	1310-1020 ^c
C-O stretch fenol	1249	1249	1249	1249	1260-1180 ^c
Csp ² -H bend	1080-1033	1080-1026	1080-1033	1080-1033	1100-1000 ^d
scissoring aromatik					
Csp ² -H bend rocking	972-833	964-833	972-833	972-833	1000-650 ^b
alifatik					
Csp ² -H bend	779-732	779-732	779-732	779-732	900-690 ^b
wagging aromatik					
Ni-O	-	532	-	532	599-525 ^e
Ni-N	-	478	-	478	488-420 ^f

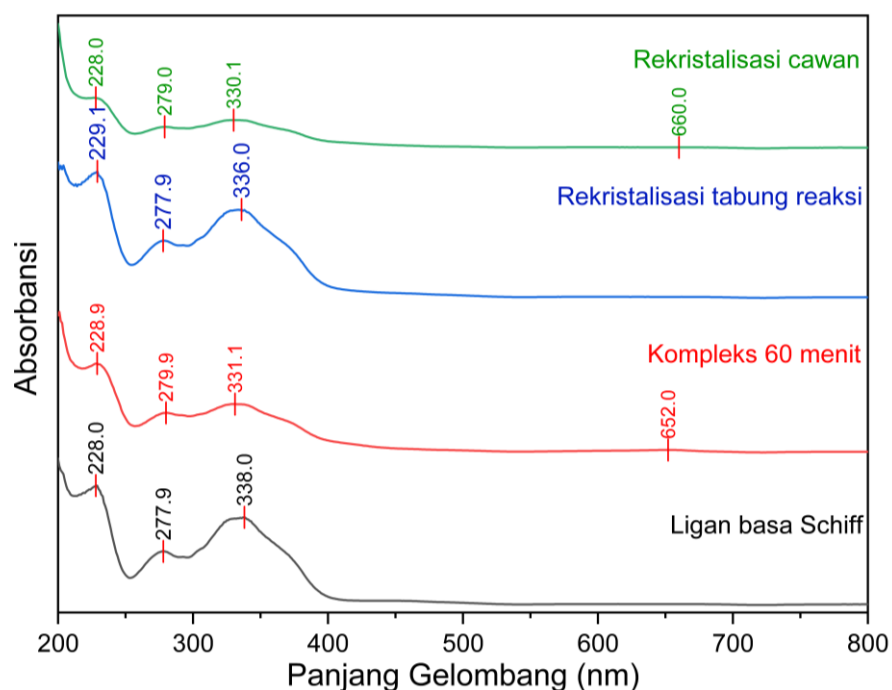
Keterangan: a = Pavia, *et al.*, 1979 b = Skoog, *et al.*, 1998 c = Socrates, 2001 d = Silverstein, *et al.*, 1991 e = Alkis, *et al.*, 2020 f = Muhammad dan Kurawa, 2019

P₂ : Kompleks Ni-MMS 60 menit

Pr₁ : Rekristalisasi kompleks tabung reaksi

Pr₂ : Rekristalisasi kompleks cawan

Berdasarkan Tabel 4.6 serapan gugus imina ($C=N$) pada ligan basa Schiff dan rekristalisasi kompleks tabung reaksi memiliki bilangan gelombang 1620 cm^{-1} , sedangkan gugus imina ($C=N$) pada kompleks Ni-MMS 60 menit dan rekristalisasi kompleks cawan mengalami pergeseran bilangan gelombang ke arah yang lebih panjang yaitu 1635 cm^{-1} . Selain itu, serapan gugus O-H ligan basa Schiff dan rekristalisasi kompleks tabung reaksi memiliki bilangan gelombang 3448 cm^{-1} , sedangkan serapan gugus O-H kompleks Ni-MMS 60 menit memiliki kemiripan dengan serapan gugus O-H rekristalisasi kompleks cawan yaitu pada bilangan gelombang 3363 cm^{-1} dan 3425 cm^{-1} . Hasil serapan O-H pada rekristalisasi cawan membentuk puncak yang tajam, hal tersebut diduga karena berkurangnya kuantitas ikatan hidrogen akibat terbentuknya kristal. Serapan gugus Ni-O pada panjang gelombang 532 cm^{-1} dan gugus Ni-N pada panjang gelombang 478 cm^{-1} terdeteksi pada rekristalisasi cawan dan tidak terdeteksi pada rekristalisasi tabung reaksi. Hasil ini mengindikasikan bahwa kristal yang terbentuk pada tabung reaksi merupakan senyawa ligan basa Schiff dan kristal yang terbentuk pada cawan merupakan senyawa kompleks Ni-MMS 60 menit.



Gambar 4.16 Perbandingan spektra UV-Vis sebelum dan sesudah rekristalisasi

Tabel 4.7 Hasil interpretasi spektra UV-Vis hasil rekristalisasi

Senyawa	$\lambda_{\text{maks}}\text{ (nm)}$			Transisi senyawa kompleks
	$\pi - \pi^*$	$n - \pi^*$	d - d	
Rekristalisasi kompleks cawan	228,0	330,1	660,0	$^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{2g}(F)$
	279,0			
Rekristalisasi kompleks tabung reaksi	229,1	336,0	-	-
	277,9			
Kompleks 60 menit	228,9	331,1	652,0	$^3A_{2g}(F) \rightarrow ^3T_{2g}(F)$
	279,9			
Ligan basa Schiff	228,0	338,0	-	-
	277,9			

Berdasarkan Tabel 4.7 panjang gelombang ligan basa Schiff memiliki kemiripan dengan rekristalisasi kompleks tabung reaksi. Transisi $\pi - \pi^*$ yang diperoleh dari ligan basa Schiff terdapat pada panjang gelombang 228,0 dan 277,9 nm, sementara itu rekristalisasi tabung reaksi muncul pada 229,1 dan 277,9 nm. Transisi $n - \pi^*$ ligan basa Schiff pada panjang gelombang 338,0 nm dan rekristalisasi kompleks tabung reaksi muncul pada 336,0 nm. Sedangkan kompleks Ni-MMS 60 menit memiliki kemiripan panjang gelombang dengan rekristalisasi kompleks cawan. Kompleks Ni-MMS 60 menit menunjukkan serapan pada panjang gelombang 228,9 dan 279,9 nm, sementara itu rekristalisasi kompleks cawan menunjukkan serapan pada panjang gelombang 228,0 dan 279,0 nm untuk transisi $\pi - \pi^*$. Pada transisi $n - \pi^*$, kompleks Ni-MMS 60 menit muncul pada panjang gelombang 331,1 nm dan rekristalisasi kompleks cawan muncul pada panjang gelombang 330,1 nm. Transisi $d - d$ kompleks Ni-MMS 60 menit muncul pada panjang gelombang 652,0 nm dengan transisi senyawa kompleks ${}^3A_{2g}(F) \rightarrow {}^3T_{2g}(F)$ dan rekristalisasi kompleks cawan muncul pada panjang gelombang 660,0 nm dengan transisi senyawa kompleks ${}^3A_{2g}(F) \rightarrow {}^3T_{2g}(F)$. Hasil analisis UV-Vis tersebut memberikan bukti tambahan pada spektrum FTIR yang menyatakan bahwa kristal yang terbentuk pada tabung reaksi merupakan senyawa ligan basa Schiff dan kristal yang terbentuk pada cawan merupakan kompleks Ni-MMS 60 menit.

4.9 Manfaat Senyawa Kompleks Basa Schiff (Ni-MMS) Menurut Pandangan Islam

Senyawa kompleks Ni-MMS merupakan salah satu senyawa yang dapat dimanfaatkan dalam berbagai bidang. Hal ini merupakan salah satu tanda dari kekuasaan Allah SWT. Segala sesuatu yang ada di dunia telah diciptakan oleh Allah SWT dengan tujuan dan manfaatnya masing-masing, tidak ada satupun ciptaan Allah yang sia-sia. Jika seseorang tidak tahu apa manfaat dari ciptaan Allah bukan berarti ciptaan itu sia-sia atau tidak bermanfaat, manusialah yang terbatas untuk menemukan manfaat dan hikmah dari ciptaan itu. Manusia tidak hanya dituntut untuk memanfaatkan ciptaan Allah dengan bijak, tetapi juga untuk menjalankan *muamalah ma'a an-nas* berdasarkan nilai-nilai kebaikan. Penemuan dan pemanfaatan senyawa seperti ini harus diarahkan pada kemaslahatan umat manusia, baik dalam bidang kesehatan, teknologi dan bidang lainnya. Sebagaimana firman Allah SWT dalam Q.S Shaad ayat 27:

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

“Dan kami tidak menciptakan langit dan bumi dan apa yang ada antara keduanya tanpa hikmah. Yang demikian ini adalah anggapan orang-orang kafir, maka celakalah orang-orang kafir itu karena mereka akan masuk neraka”.

Tafsir Al-Maraghi (1974) menjelaskan ayat di atas bahwa Allah SWT menjadikan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi diantaranya tidak sia-sia, semua ciptaan Allah

adalah *haq* yang mengandung hikmah-hikmah yang agung maslahat yang besar. Bumi yang menjadi tempat tinggal manusia memiliki banyak manfaat baik di permukaannya maupun yang tersimpan didalamnya. Semuanya itu diciptakan Allah SWT atas kekuasaan dan kehendak-Nya sebagai Rahmat yang tak ternilai harganya. Sebagai makhluk yang dianugerahi akal, manusia memiliki kewajiban untuk terus belajar dan memahami segala ciptaan Allah SWT di bumi. Pemahaman ini tidak hanya mendorong manusia untuk mensyukuri nikmat-Nya, tetapi juga menjadi landasan dalam menjalankan *muamalah ma'a Allah*. Melalui pengakuan akan kebesaran-Nya, manusia diarahkan untuk menjadikan ibadah, doa, dan ketaqwaan sebagai wujud rasa syukur atas karunia yang diberikan. Sebagaimana Firman Allah SWT dalam Q.S Al-Imran ayat 190-191:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ ۚ الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

“Sesungguhnya dalam penciptaan langit dan bumi, dan pergantian malam dan siang terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang yang berakal, (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; Maha suci Engkau, lindungilah kami dari azab neraka.”

Menurut tafsir al-Misbah menjelaskan bahwa orang yang benar-benar berakal adalah mereka yang senantiasa mengingat Allah dalam segala kondisi, baik saat bekerja, beristirahat, maupun dalam berbagai posisi. Selain itu, mereka juga selalu merenungkan keajaiban alam semesta. Dalam surat Ali Imran ayat 190-191, ciri utama orang-orang yang berakal adalah memperhatikan ciptaan Allah, seperti langit, bumi, dan seluruh isinya. Mereka senantiasa mengingat Allah sebagai Sang Pencipta, baik dalam keadaan berdiri, duduk, maupun berbaring. Mereka merenungkan keindahan ciptaan Allah, rahasia di balik penciptaannya, manfaat, hikmah, serta seluruh kandungan alam semesta. Semua ini menjadi bukti nyata yang menunjukkan kekuasaan dan keesaan Allah SWT bagi mereka yang berpikir (Ash-Shiddieqy, 1987).

Senyawa kompleks Ni-MMS memiliki berbagai manfaat sebagaimana telah dibuktikan dalam penelitian-penelitian sebelumnya. Meskipun jarang ditemukan di alam, senyawa ini dapat disintesis terutama menggunakan metode *green synthesis* yang ramah lingkungan, seperti metode penggerusan. Upaya untuk tidak berbuat kerusakan lingkungan tetaplah harus dilakukan, walaupun dalam proses sintesis dengan bahan-bahan kimia. Dalam potongan surat Al-Qasas ayat 77 Allah SWT berfirman:

وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ ﴿٧٧﴾

“dan janganlah engkau berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan

Allah SWT melarang hamba-Nya melakukan kerusakan dan bertindak semena-mena di muka bumi, karena Allah SWT tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan (Bahreisy dan Bahreisy, 1994). Jelas bahwa tindakan merusak lingkungan dalam bentuk apapun dilarang dalam ajaran agama Allah SWT. Sebagai wujud *muamalah ma'a alam*, manusia harus untuk menjaga keseimbangan ekosistem dengan menerapkan metode yang ramah lingkungan, seperti *green synthesis*. Dengan cara ini, manusia tidak hanya mencegah kerusakan, tetapi juga memperbaiki hubungan harmonis antara ilmu pengetahuan dan kelestarian alam sebagaimana yang diajarkan dalam islam.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini diantaranya adalah senyawa kompleks Ni-MMS pada variasi 45; 60 dan 75 menit memiliki karakter fisik berupa padatan (serbuk), berwarna merah tua, serta memiliki titik leleh pada *range* 91-94 °C. Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer FTIR menunjukkan adanya pergeseran pada serapan gugus imina (C=N) dari gelombang 1620 cm⁻¹ menjadi 1635 cm⁻¹, serapan lain muncul pada bilangan gelombang 478 cm⁻¹ (Ni-N) dan bilangan gelombang 532 cm⁻¹ (Ni-O). Hasil karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran hipsokromik pada transisi $n - \pi^*$ antara ligan dan senyawa kompleks, serta munculnya transisi d-d pada panjang gelombang 662, 652 dan 654 nm yang merupakan transisi senyawa kompleks ${}^3A_{2g}(F) \rightarrow {}^3T_{2g}(F)$.

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat diberikan, antara lain:

1. Karakterisasi menggunakan NMR untuk mendapatkan informasi tentang struktur ligan dan mendukung kemurnian ligan basa Schiff yang disintesis.
2. Metode Job's untuk menentukan perbandingan mol ligan dan logam sehingga mampu mendukung prediksi dugaan struktur pada senyawa kompleks.
3. Karakterisasi menggunakan SEM-EDX untuk mengetahui persebaran unsur penyusun kompleks Ni(II) dengan ligan basa Schiff dan mengetahui perbandingan jumlah unsur untuk memperkuat penentuan struktur senyawa kompleks.
4. Karakterisasi menggunakan XRD untuk menentukan struktur kristal dan informasi mengenai susunan atom dalam senyawa kompleks.
5. Dilakukan uji aktivitas lanjutan untuk mengetahui perbandingan potensi ligan dengan senyawa kompleks basa Schiff, seperti uji antibakteri, antikorosi, antikanker dan lain sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adawiyah, R. 2017. Sintesis Senyawa Basa Schiff dari Vanilin dan *p*-Anisidin Menggunakan Metode Penggerusan. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Ado, I., Na'aliya, J., Haleelu, M. M., Sani, S., & Zayyan, R. S. 2022. Synthesis and Characterization of Bioactive Schiff Base Ligand Derived from 2-hydroxy-1-naphthaldehyde and 4-aminobenzonitrile and its Co(II), Ni(II) and Cu(II) Complexes. *International Research Journal of Pure and Applied Chemistry*, 23(5), 1–8.
- Agustin, I, S. 2017. Sintesis dan Uji Toksisitas Kompleks Tembaga (II) dengan Ligan [N,N'-Bis(Salisiliden)-1,2-Fenilendiamin]. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya
- Aini, J. 2023. Sintesis Hijau dan Karakterisasi Kompleks Nikel(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((Tiazol-2-ilimino)Metil)Fenol. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Al-Hamdani, A. A. S., Balkhi, A. M., Falah, A., & Shaker, S. A. 2015. New Azo-Schiff Base Derived with Ni (II), Co (II), Cu (II), Pd (II) and Pt (II) Complexes: Preparation, Spectroscopic Investigation, Structural Studies and Biological Activity. *Journal of the Chilean Chemical Society*, 60(1), 2774-2785.
- Alkış, M. E., Buldurun, K., Turan, N., Alan, Y., Yılmaz, Ü. K., & Mantarçı, A. 2020. Synthesis, Characterization, Antiproliferative of Pyrimidine Based Ligand and its Ni(II) and Pd(II) Complexes and Effectiveness of Electroporation. *Journal of Biomolecular Structure and Dynamics*, 40(9), 4073–4083.
- Al-Maraghi, A. M. 1974. *Tafsir Al-Maraghi Juz 23*. Semarang: CV. Toha Putra Semarang.
- Al-Shemary, R. K., Karim, L. K. A., & Jaafar, W. A. 2017. Synthesis, characterization and biological activity of schiff bases chelates with Mn(II),Co(II),Ni (II),Cu(II) and Hg(II). *Baghdad Science Journal*, 14(2), 0390-0390.
- Ashraf, M. A., Mahmood, K., Wajid, A., Maah, M. J., & Yusoff, I. (2011). Synthesis, Characterization and Biological Activity of Schiff Bases. *IPCBE*, 10(1), 185.
- Ash-Shiddieqy, T. M. H. 1987. *Tafsir Al-Qur'anul Majid An-Nuur 1 (Surat 1-4)*. Semarang: Pustaka Rizki Putra
- Aziz, A., Ur-Rahman, O., Wajid, R & Muhammad, K. 2020. Ultrasonic Assisted Synthesis, Characterization and Bioactivity Assessment of Novel Piperonal Based Schiff Base and its Metal Complexes. *Iranian Journal of Chemistry and Chemical Engineering*, 39(2), 105–111.
- Bahreisy, H. S. and Bahreisy, H. S. 1994. *Terjemah Singkat Tafsir Ibnu Katsier Jilid 6*. Kuala Lumpur: Victory Agencie.
- Bendale, A. R., Bhatt, R., Nagar, A., Jadhav, A. G., & Vidyasagar, G. 2011. Schiff base synthesis by unconventional route: An innovative green approach. *Scholars Research Library*. Der Pharma Chemica, 3 (2): 34-38

- Chasanah, U, W., Widodo, D, S., & Mulyani, N, S. 2015. Sintesis Elektrokimia Kompleks Cu(II)-Basa Schiff N-Benziliden Anilin dan Uji Aktivitas sebagai Antibakteri terhadap Escherichia Coli dan Staphylococcus Aureus. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 18 (1) (2015): 34 – 3
- Chinelo, A, O., Philip, O. A., Olawumi, O. O., Olalekan, A. M., & Oluwaseye, A. 2021. Solvent-free Synthesis and Characterization of Cu(II), Co(II) and Ni(II) Complexes of 2-(3-phenylallylidene)thiosemicarbazide. *Journal of Science and Mathematics Letters*, 9(1), 2600–8718.
- Cotton, F, A., and Wilkonson, G. 1988. *Advanced Inorganic Chemistry*. Fifth Edition. John Willey and SOns Inc. New York
- Dafa, S, T., Iorungwa, M, S., Wuana, R, A., Iornumbe, E, N., Ahile, U, J., & Akoso, N, V. 2023. A Review on Mortar-Pestle Grinding Synthesis and Thermal Profiling of Hydrazone-Based Complexes as Biocidal Agent. *Nigerian Research Journal of Chemical Sciences* (ISSN: 2682-6054) Volume 11, Issue 2, 2023
- Dharmayanti, A., & Martak, F. 2015. Sintesis Senyawa Aktif Kompleks Mangan (II) dengan Ligan 2 (4-Nitrofenil)-4, 5-difenil-1H-imidazol. *Jurnal Sains Dan Seni ITS*, 4(2).
- Diningrat, D. S., Restuati, M., Kusdianti, K., Sari, A. N., & Marwani, E. (2018). Analisis Ekstrak Etanol Tangkai Daun Buasbuas (*Premna pubescens*) Menggunakan Gas Chromatography Mass Spectrophotometer (GCMS). *Elkawanie*, 4(1), 1–12.
- Effendy. 2010. *Spektroskopi UV/Vis Senyawa Koordinasi*. 1st ed., Jurusan Kimia FMIPA UM, Malang.
- Effendy. 2013. *Kimia Koordinasi Jilid 1 Edisi 2*. Malang: Indonesian Academic Publishing
- Fahriyah, L, D. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Fa'izzah, M & Sugiyarto, H. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Kobalt(II) dengan Ligan 1,10-Fenantrolin dan Anion Trifluorometanasulfonat. *Jurnal Elemen Kimia*, 5(6), 1-9.
- Gupta, K. C., & Sutar, A. K. 2008. Catalytic activities of Schiff base transition metal complexes. *Coordination Chemistry Reviews*, 252(12–14), 1420–1450.
- Hart, D. J., Hadad, C. M., Craine, L. E., Hart, H. 2012. *Organic Chemistry: A Short Course (13th Edition)*. USA: Cengage Learning.
- Heslop, R. B. & Robinson, P, L. 1960. *Inorganic Chemistry-A Guide to Advanced Study*. New York
- Himaja, M., Poppy, D., & Asif, K. 2011. Green Technique-Solvent Free Synthesis and Its Advantages. *International Journal of Research in Ayurveda & Pharmacy*, 2(4), 1079-108.6
- Housecroft, C, E & Sharpe, A, G. 2008. *Inorganic Chemistry (3rd ed.)*. Pearson Education Limited.
- Huheey, J, E., Keither, R, L. 1993. *Inorganic Chemistry*. Fourth Edition. Hamper Collies College Publisher. New York

- Iqbal, M. (2016). Mewujudkan Kesadaran Energi Melalui Konsep Khalifah Fi al-'Ard. *Jurnal Penelitian*, 187-200.
- Ivanković, A., Dronjić, A., Bevanda, A. M., & Talić, S. 2017. Review of 12 Principles of Green Chemistry in Practice. *International Journal of Sustainable and Green Energy*, 6(3), 39-48.
- Jovianto, A. 2020. Perbandingan Metode Sintesis Refluks, Penggerusan, Pelarut Air (*Stirrer*) dan Sonikasi pada Sintesis Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan *p*-Anisidina. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Kareem, M. J., Al-Hamdani, A. A. S., Jirjees, V. Y., Khan, M. E., Allaf, A. W., & Al Zoubi, W. 2021. Preparation, Spectroscopic Study of Schiff Base Derived from Dopamine and Metal Ni (II), Pd (II), and Pt (IV) Complexes, and Activity Determination as Antioxidants. *Journal of physical organic chemistry*, 34(3), e4156.
- Khalaji, A. D., Nikookar, M., & Das, D. 2014. Co(III), Ni(II), and Cu(II) Complexes of Bidentate N,O-Donor Schiff Base Ligand Derived From 4-Methoxy-2-nitroaniline and Salicylaldehyde. *Journal of Thermal Analysis and Calorimetry*, 115(1), 409– 417.
- King, R. B. 2005. *Encyclopedia of Inorganic Chemistry*, 2nd Edition, A John Wiley and Sons Inc, Canada
- Kumar, S., Dhar, D. N., & Saxena, P. N. 2009. Applications of Metal Complexes of Schiff Bases-A Review. *Journal of Scientific & Industrial Research*, Vol. 68, pp. 181-187.
- Kumari, P., & Lavanya, M. 2021. Optimization of Inhibition Efficiency of a Schiff Base on Mild Steel in Acid Medium: Electrochemical and RSM Approach. *Journal of Bio- and Tribo-Corrosion* 7:110
- Ladarama, F. F. 2022. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu(II) Dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6((Fenilimino)metil)fenol Menggunakan Metode Sonikasi. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Leba, M. A. U. 2017. *Buku Ajar: Ekstraksi dan Real Kromatografi*. Yogyakarta: Deepublish.
- Madaniyah, L. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan Pada Senyawa 2-Metoksi-4-((4-Metoksifenilimino)metil)fenol Dan 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol Dengan Metode DDPH. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Madi, A. A., Haffat, D., Benganem, F., Ghedjati, S., Toukal, L., Dorcet, V., & Bourzami, R. 2021. Synthesis, Crystal structure, Electrochemical, Theoretical Studies and Antioxidant Activities of New Schiff Base. *Journal of Molecular Structure*, 1227, 129368.
- Martak, F., Wahyudi, A., Limanto, D., & Ali, M. T. M. 2018. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Mangan(II) dengan Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol. *Jurnal Akta Kimindo*. Vol 3(2): 159-174.
- McKissic, K. S., Caruso, J. T., Blair, R. G., & Mack, J. 2014. Comparison of Shaking Versus Baking: Further Understanding the Energetics of a Mechanochemical Reaction. *Green Chemistry*, 16(3), 1628-1632.
- Menati, S., Reza, A., Hadi, A. R., & Giuseppe, B. 2021. Synthesis and Characterization of Four New Azo-Schiff Base and Their Nickel(II) Complexes. *Polyhedron*. 205 115296.

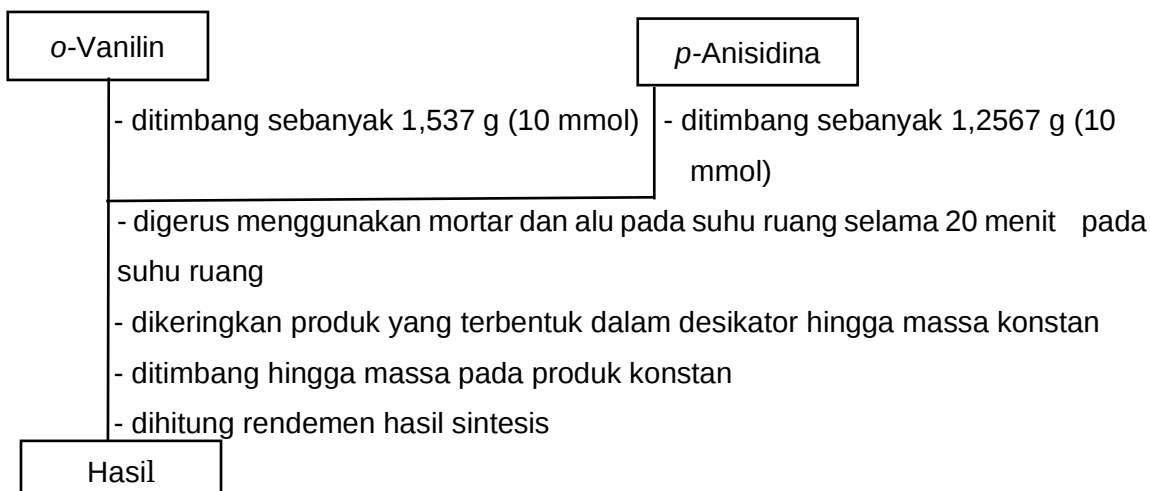
- Mounika, K., Anupama, B., & Gyanakumari, C. 2010. Synthesis, Characterization and Biological Activity of a Schiff Base Derived from 3-Ethoxy Salicylaldehyde and 2-Amino Benzoic acid and its Transition Metal Complexes. *Journal of Scientific Research*. 2 (3), 513-524
- Muhammad, M., & Kurawa, M, A. 2019. Solid-State Synthesis, Characterization and Antimicrobial Studies of Ni (II), Co (II) and Cu (II) Complexes 1-(4-nitrophenyl)imino]methyl)naphthalen-2-ol. *ChemSearch Journal*, 10(1): 38 – 45.
- Muzaki, A, F. 2021. Konsep Ekologi Islam Dalam QS Ar-Rum Ayat 41 (Studi Atas Pemikiran Seyyed Hossein Nasr).” PhD Thesis, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
- Nadhifah, H. 2020. Green Synthesis Senyawa Basa Schiff 2-Metoksi-6(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol Dari O-Vanilin Dan P-Anisidina Dengan Pelarut Air Menggunakan Metode Penggerusan Pada Variasi Waktu 30, 45, dan 60 menit. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Pandey, A., Rajavel, R., Chandraker, S., & Dash, D. 2012. Synthesis of Schiff bases of 2-amino-5-aryl-1, 3, 4-thiadiazole and its analgesic, anti-inflammatory and anti-bacterial activity. *E-Journal of Chemistry*, 9(4), 2524–2531.
- Pavia, D. L., Lampman, G. M., Kriz, G. S. 1979. *Introduction To Spectroscopy: A Guide For Students Of Organic Chemistry*. United states: W. B. Saunders Co.
- Puspitasari, W, R., & Dwandaru, W, S, B. 2017. Preparasi Dan Sintesis Graphene Oxide Dengan Variasi Waktu Pembakaran Kain Perca Menggunakan Metode Penangkapan Asap Dengan Kaca Preparat Berdasarkan Uji Absorbansi Dan Gugus-Gugus Fungsional. *Jurnal Fisika*, Vol. 6, No 5.
- Refat, M. S., El-Sayed, M. Y., & Adam, A. M. A. 2013. Cu (II), Co (II) and Ni (II) Complexes of New Schiff Base Ligand: Synthesis, Thermal and Spectroscopic Characterizations. *Journal of Molecular Structure*, 1038, 62-72.
- Sana, S., Reddy, K, R., Rajanna, K, C., Venkateswarlu, M., and Ali, M, M. 2012. Mortar-Pestle and Microwave Assisted Regioselective Nitration of Aromatic Compounds in Presence of Certain Group V and VI Metal Salts under Solvent Free Conditions. *International Journal of Organic Chemistry*, 2: 233-247.
- Sani, S., & Hussain, S, Y. 2017. A Convenient Method to Synthesis and Characterization of Ni(II) and Zn(II) Schiff Base Complexes. *International Journal of Innovative Research & Development*, Vol.6, Issue 12, 2778-0211.
- Sastrohamidjojo, H. 2019. *Dasar-dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Sembiring, Z. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Struktur Senyawa Kompleks Cu(II) dan Mn(II) Dengan Basa Schiff Turunan Aldehida. Usulan Penelitian Disertasi Doktor *Laporan Akhir Penelitian Dipa Fakultas Mipa, November*.
- Sembiring, Z., Hastiawan, I., Zainuddin, A., & Bahti, H. H. 2013. Sintesis Basa Schiff Karbazona Variasi Gugus Fungsi: Uji Kelarutan dan Analisis Struktur Spektroskopi UV-Vis. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 483–487.
- Silverstein, Robert M., G. Clayton Bassler, Terence C. Morrill. 1991. *Spectrometric Identification of Organic Compounds*. Universitas Michigan: Wiley.

- Skoog, A. D., F. James Holler, Stanley R. Crouch. 1998. *Principles Of Instrumental Analysis Seventh Edition*. USA: Cengage Learning.
- Socrates, G. 2001. *Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies, Table and Charts, Third Edition*. Singapore: John Wiley & Sons, Ltd.
- Solawati, W. 2021. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Mangan(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-((*p*-tolilimino)metil)fenol Menggunakan Metode Sonikasi. *Skripsi*. Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Sulistiyani, M., & Huda, N. 2018. Perbandingan Metode Transmisi dan Reflektansi pada Pengukuran Polistirena Menggunakan Instrumentasi Spektroskopi Fourier Transform Infrared. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7 (2).
- Supratman, U. 2010. *Eludasi Struktur Senyawa Organik*. Bandung: Widya Padjajaran.
- Tengker, S, M, T. & Kumajas, J. 2019. Karakterisasi Material Mesopori Ni/MCM-41 dan Pengaruh Penambahan Logam Nikel Terhadap Tingkat Keasamaan Material. *Fullerene Journal of Chemistry*, 4(2), 61-65.
- Vinita, G., Sanchita, S., & Gupta, Y, K. 2013. Synthesis and Antimicrobial Activity of some Salicylaldehyde Schiff Bases of 2-Aminopyridine. *Research Journal of Chemical Sciences*, Vol. 3(9), 26-29
- Warono, D., & Syamsudin. (2013). *Analisis Kimia Kuantitatif. Ed ke-5*. Konversi, 2(2), 57–65.
- Yu, H., Zhang, W., Yu, Q., Huang, F, P., Bian, H, D., & Liang, H. 2017. Ni(II) Complexes with Schiff Base Ligands: Preparation, Characterization, DNA/protein Interaction and Cytotoxicity Studies. *Molecules*, 22(10), 1772.
- Yunus, E, M., Pratama, A., Yani, A., Nisa, M, K., & Muhammad, H. 2021. Revitalisasi Tafsir Ekologi pada Kandungan Surat Al-A'raf [7] Ayat 56-58 dalam Rencana Penanaman Pohon Trembesi di Lingkungan UIN Walisongo Semarang. *Jurnal Riset Agama*, Vo. 1, No 3: 845-864.
- Zamrotin. 2022. Karakterisasi dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis dari *o*-Vanilin dan *p*-Anisidina Menggunakan Metode Sonikasi dalam Media Air. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim, Malang.
- Zhong, G, Q., & Zhong, Q. 2014. Solid–Solid Synthesis, Characterization, Thermal Decomposition and Antibacterial Activities of Zinc(II) and Nickel(II) Complexes of Glycine–Vanillin Schiff Base Ligand. *Green Chemistry Letters and Reviews*, Vol. 7, No. 3, 236–242,
- Zulfiah, V. 2017. Sintesis dan Uji Toksisitas Kompleks Nikel(II) Dengan Ligan N,N'-Bis(salisilidina)-1,2-fenilendiamina (Salofen). *Skripsi*. Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.

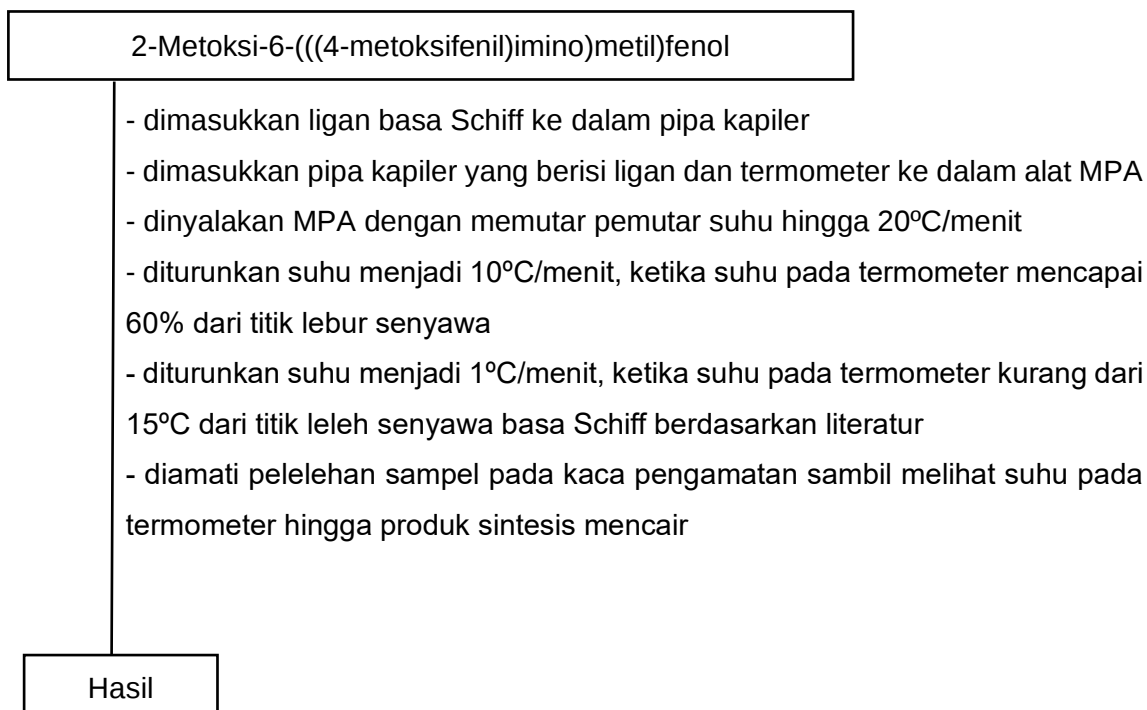
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir Penelitian

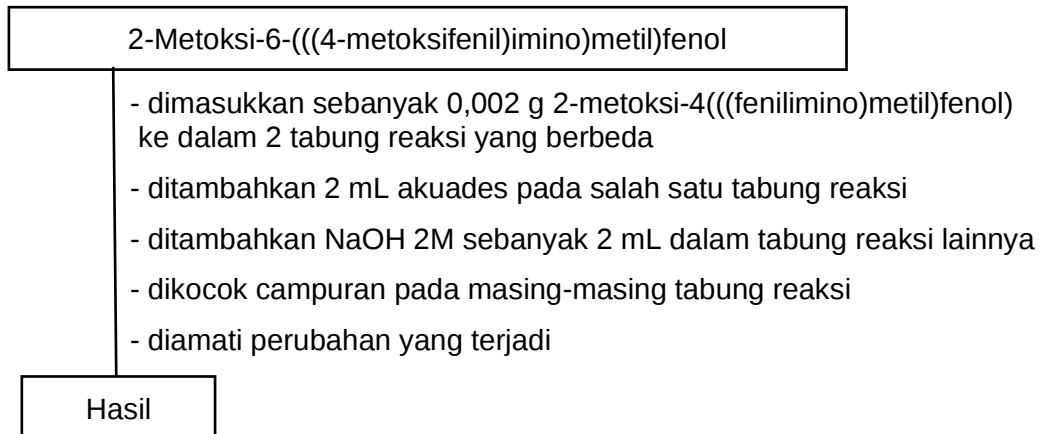
1.1 Sintesis Senyawa Basa Schiff dari *o*-Vanilin dan *p*-Anisidina



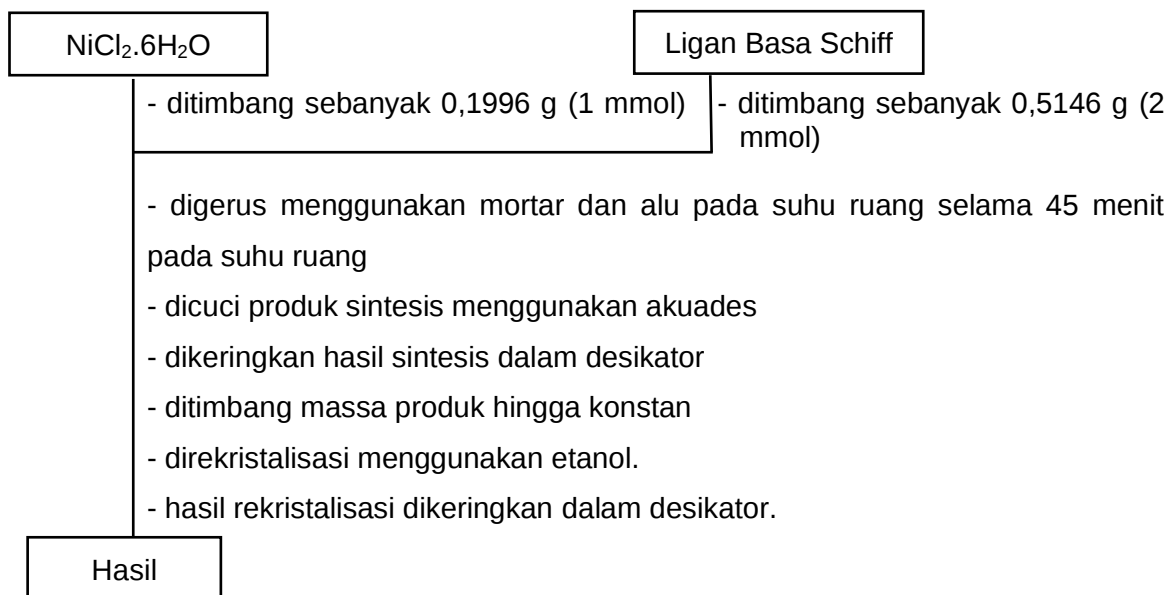
1.2 Uji Sifat Fisik Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



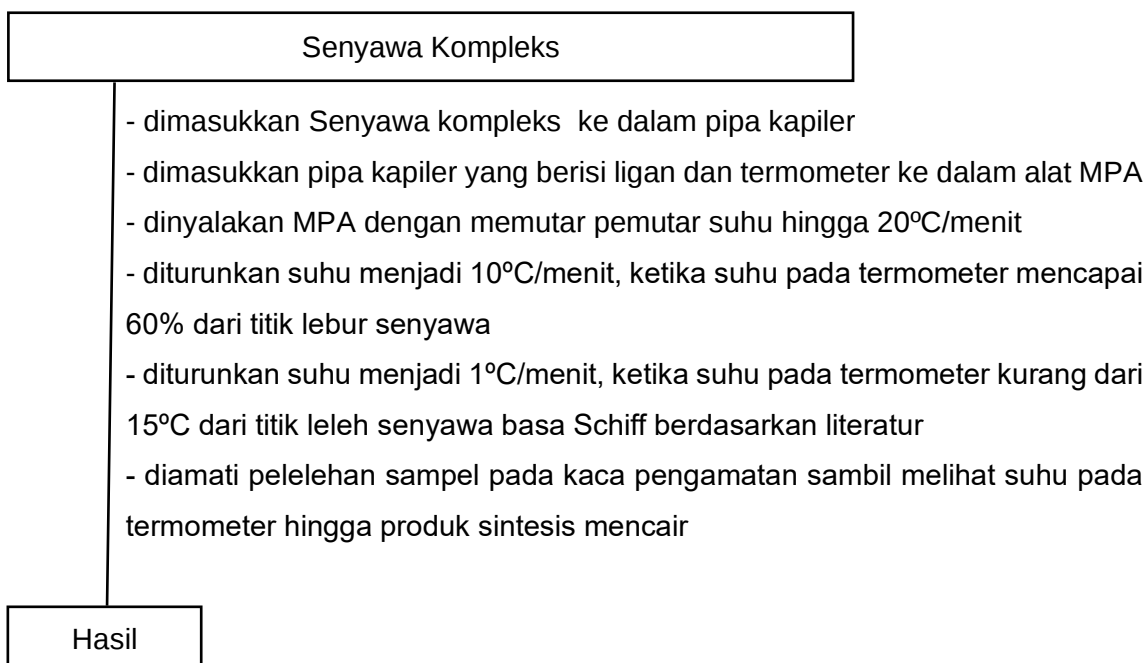
1.3 Uji Sifat Kimia basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan menggunakan Akuades dan NaOH 2M



1.4 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan Metode Penggerusan

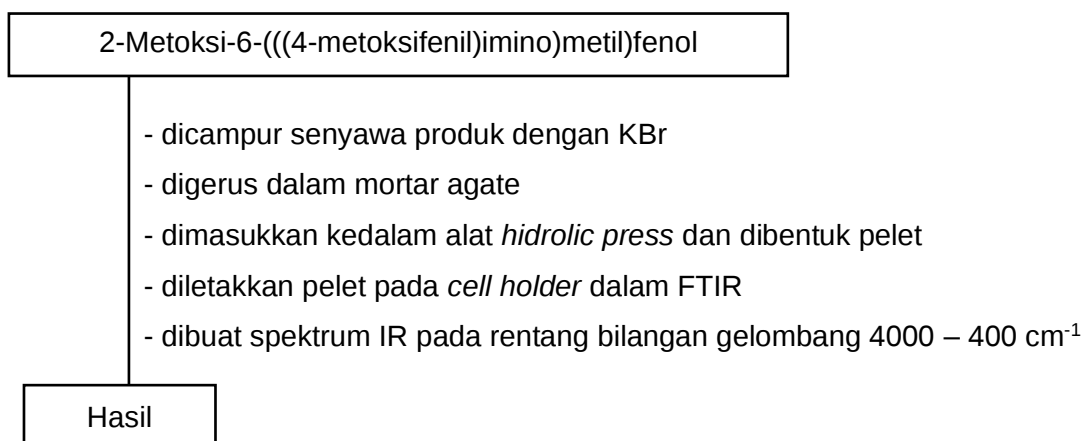


1.5 Uji Sifat Fisik Senyawa Kompleks

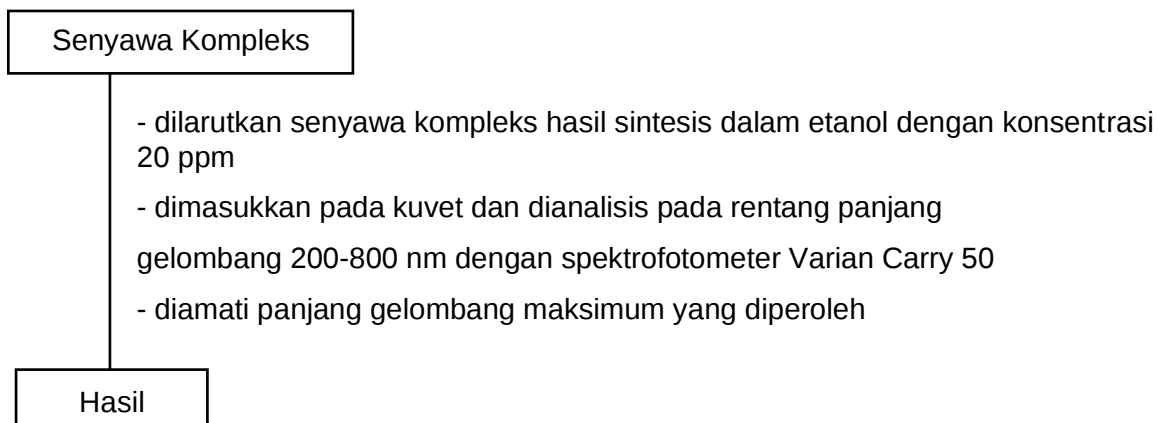


1.6 Karakterisasi Produk Sintesis

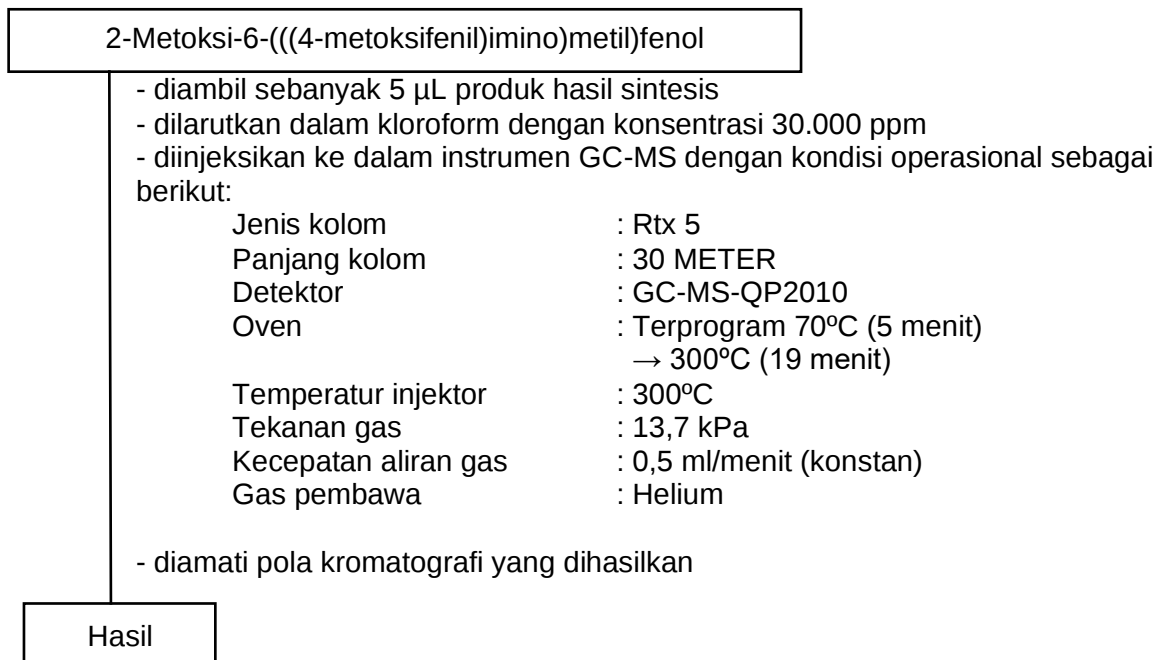
1.6.1 Karakterisasi 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan FTIR



1.6.2 Karakterisasi 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan UV-Vis

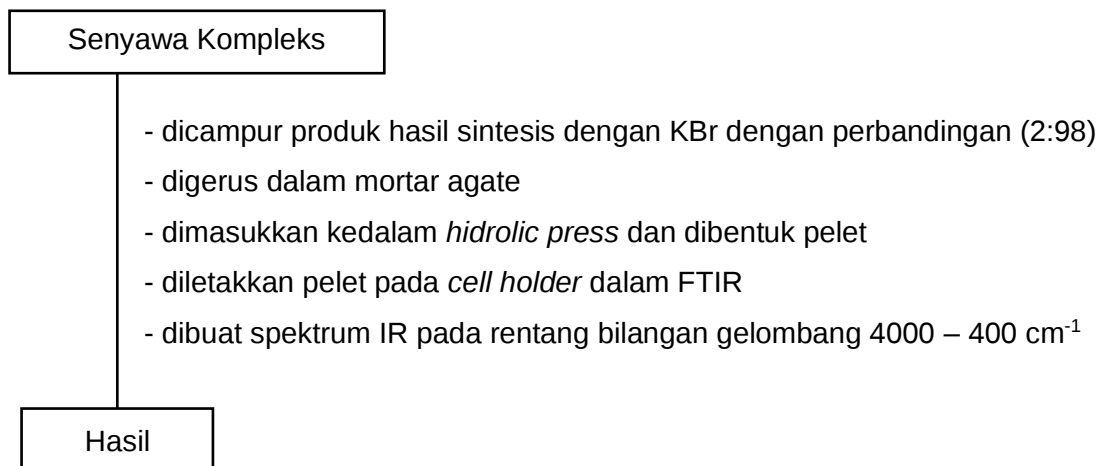


1.6. Karakterisasi 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan GC-MS

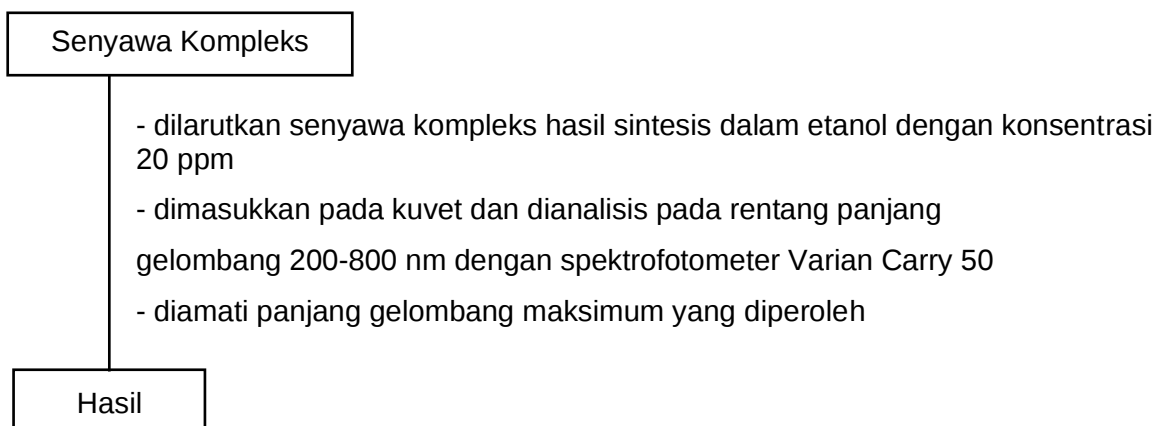


1.7 Karakterisasi Senyawa Kompleks

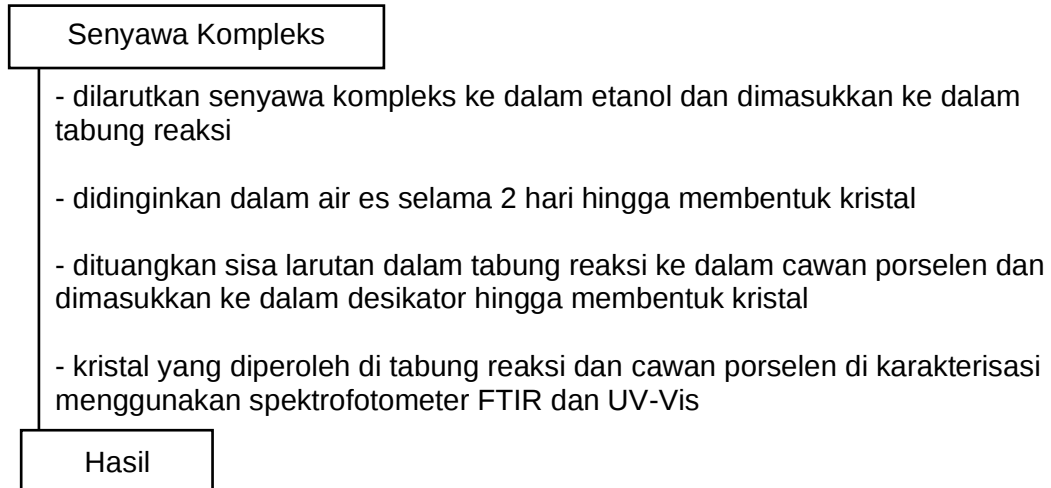
1.7.1 Karakterisasi Senyawa Kompleks menggunakan FTIR



1.7.2 Karakterisasi Senyawa Kompleks menggunakan UV-Vis



1.8 Rekristalisasi Senyawa Kompleks



Lampiran 2. Perhitungan

L.2.1 Perhitungan Massa *o*-Vanilin 10 mmol yang digunakan (1)

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus Molekul} &= \text{C}_8\text{H}_8\text{O}_3 \\
 \text{BM senyawa} &= 152,1473 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,01 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,01 \text{ mol} \times 152,1473 \text{ g/mol} \\
 &= 1,5214 \text{ g}
 \end{aligned}$$

Massa yang ditimbang:

$$\begin{aligned}
 \frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{99 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{1,5214 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang ditimbang} &= \frac{1,5214 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{99 \text{ g}} \\
 &= 1,5368 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.2.2 Penentuan Massa *p*-Anisidina 10 mmol yang digunakan (2)

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul} &= \text{C}_7\text{H}_9\text{NO} \\
 \text{BM senyawa} &= 123,1565 \text{ g/mol} \\
 \text{Mol senyawa} &= 0,01 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,01 \text{ mol} \times 123,1565 \text{ g/mol} \\
 &= 1,2315 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \frac{98 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{\text{massa yang dibutuhkan}}{\text{massa yang ditimbang}} \\
 \frac{98 \text{ g}}{100 \text{ g}} &= \frac{1,2315 \text{ g}}{\text{massa yang ditimbang}}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang ditimbang} &= \frac{1,2315 \text{ g} \times 100 \text{ g}}{98 \text{ g}} \\
 &= 1,2566 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.2.3 Perhitungan Massa Garam $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ 100%

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa (3)} &= \text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O} \\
 \text{BM senyawa} &= 237,69 \text{ g/mol} \\
 \text{Jumlah mol} &= 0,0015 \text{ mol} \\
 \text{Massa Senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,0015 \text{ mol} \times 237,69 \text{ g/mol} \\
 &= 0,3565 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.2.4 Perhitungan Massa Ligan

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul senyawa} &= \text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N} \\
 \text{BM senyawa} &= 257,28 \text{ g/mol} \\
 \text{Jumlah mol} &= 0,003 \text{ mol} \\
 \text{Massa senyawa} &= 0,003 \times 257,28 \text{ g/mol} \\
 &= 0,7718 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.2.5 Perhitungan Stoikiometri Massa Senyawa 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)imino)metil)fenol

Reaksi:

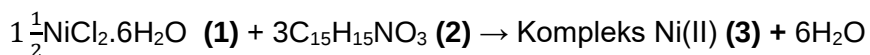


Reaksi	:	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	:	0,01 mol		0,01 mol		
Bereaksi	:	0,01 mol		0,01 mol		0,01 mol
setimbang	:	-		-		0,01 mol

Rumus molekul senyawa (3) = $C_{15}H_{15}NO_3$
 BM senyawa = 257,28 g/mol
 Jumlah mol = 0,01 mol
 Massa Senyawa = mol x BM
 = 0,01 mol x 257,28 g/mol
 = 2.5728 g

L.2.6 Perhitungan Stoikiometri Massa Senyawa Kompleks Ni(II)-2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Reaksi:



Reaksi	:	Senyawa (1)	+	Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	:	0,0015 mol		0,003 mol		
Bereaksi	:	0,0015 mol		0,003 mol		0,001 mol
setimbang	:	-		-		0,001 mol

Lampiran 3. Dokumentasi**L.3.1 Sintesis Ligan 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan**Penimbangan *o*-vanilinPenimbangan *p*-anisidina

Sintesis ligan basa Schiff



Hasil sintesis ligan basa Schiff

L.3.2 Uji Titik Leleh Produk menggunakan MPA (*melting point apparatus*)

L.3.3 Uji Sifat Kimia Produk dengan Larutan Akuades dan NaOH 2M

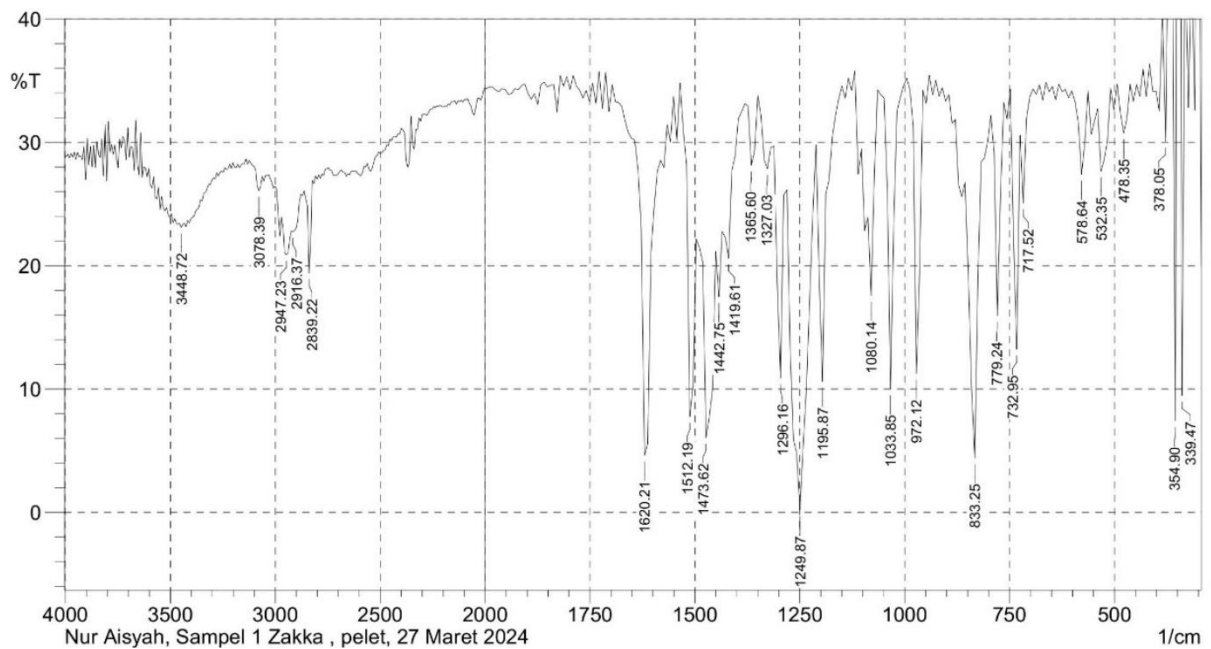


L.3.4 Karakterisasi menggunakan FTIR

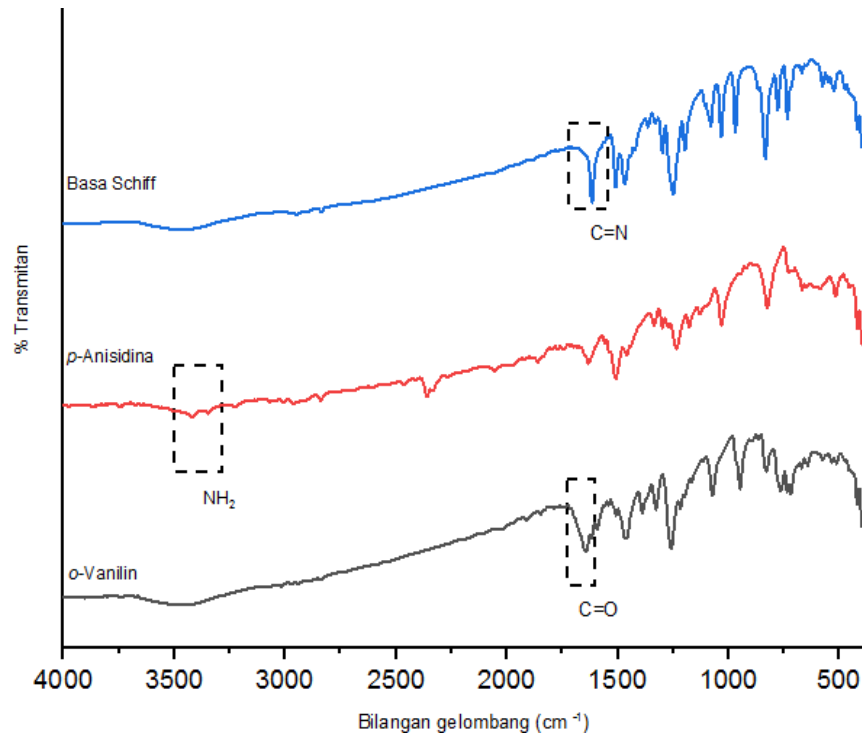
➤ Spektra FTIR Ligan



Lab. Kimia Organik FMIPA UGM

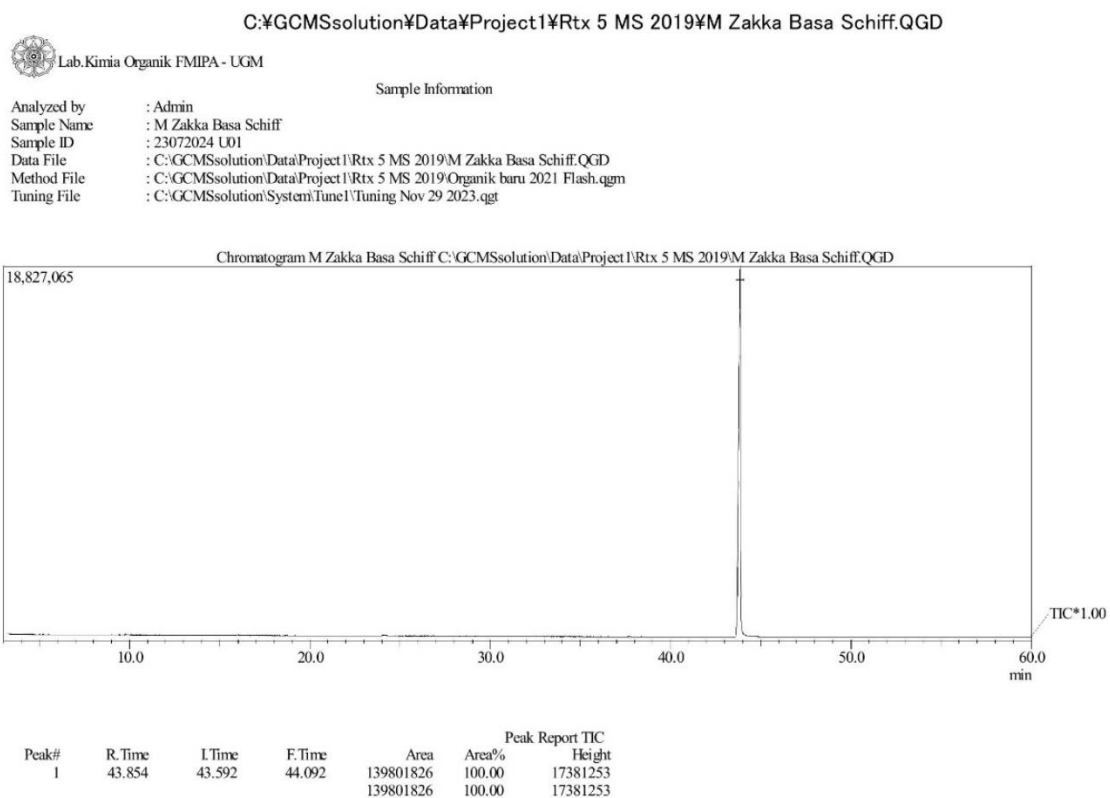


➤ **Spektra Reaktan dan Produk Basa Schiff (Zamrotin, 2021)**



L.3.5 Karakterisasi Ligan menggunakan GC-MS

➤ **Hasil analisa GC**



➤ Hasil analisa MS

Sample Information

M Zakka Basa Schiff
C:\GCMSsolution\Data\Project1\Rtx 5 MS 2019\M Zakka Basa Schiff.QGD

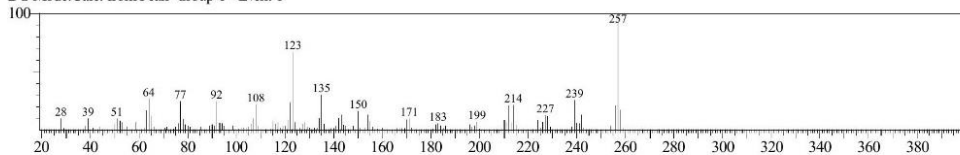
Library

<< Target >>

Line#:1 R.Time:43.850(Scan#:4879) MassPeaks:126

RawMode:Averaged 43.842-43.858(4878-4880) BasePeak:257.05(1872105)

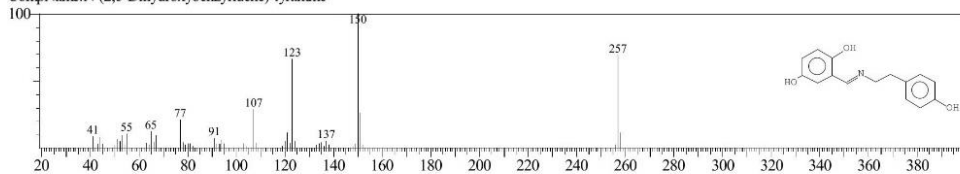
BG Mode:Calc. from Peak Group 1 - Event 1



Hit#:1 Entry:35323 Library:NIST62.LIB

SI:56 Formula:C15H15NO3 CAS:0-00-0 MolWeight:257 RetIndex:0

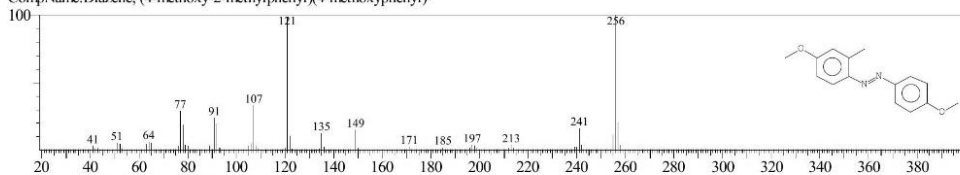
CompName:N-(2,5-Dihydroxybenzylidene)-tyramine



Hit#:2 Entry:35134 Library:NIST62.LIB

SI:56 Formula:C15H16N2O2 CAS:29418-53-9 MolWeight:256 RetIndex:0

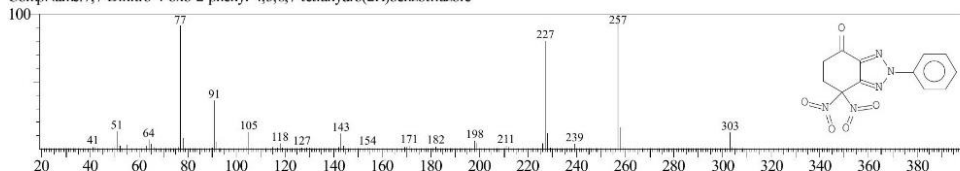
CompName:Diazene, (4-methoxy-2-methylphenyl)(4-methoxyphenyl)-



Hit#:3 Entry:43248 Library:NIST62.LIB

SI:52 Formula:C12H9N5O5 CAS:0-00-0 MolWeight:303 RetIndex:0

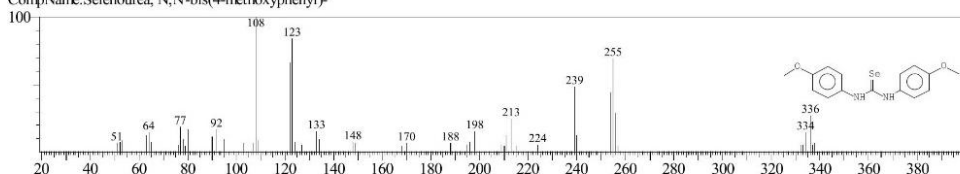
CompName:7,7-Dinitro-4-oxo-2-phenyl-4,5,6,7-tetrahydro(2H)benzotriazole



Hit#:4 Entry:47662 Library:NIST62.LIB

SI:52 Formula:C15H16N2O2Se CAS:16519-47-4 MolWeight:336 RetIndex:0

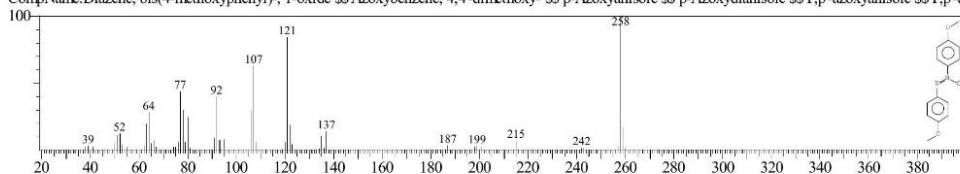
CompName:Selenourea, N,N-bis(4-methoxyphenyl)-



Hit#:5 Entry:35489 Library:NIST62.LIB

SI:50 Formula:C14H14N2O3 CAS:1562-94-3 MolWeight:258 RetIndex:0

CompName:Diazene, bis(4-methoxyphenyl)-, 1-oxide SS Azoxybenzene, 4,4'-dimethoxy- SS p-Azoxyanisole SS p-Azoxydianisole SS P,p'-azoxyanisole SS P,p'-azoxydianisole SS 4,4'-Azoxyanisole S



L.3.6 Sintesis Senyawa Kompleks Ni(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



Penimbangan ligan
basa Schiff



Penimbangan garam
logam $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



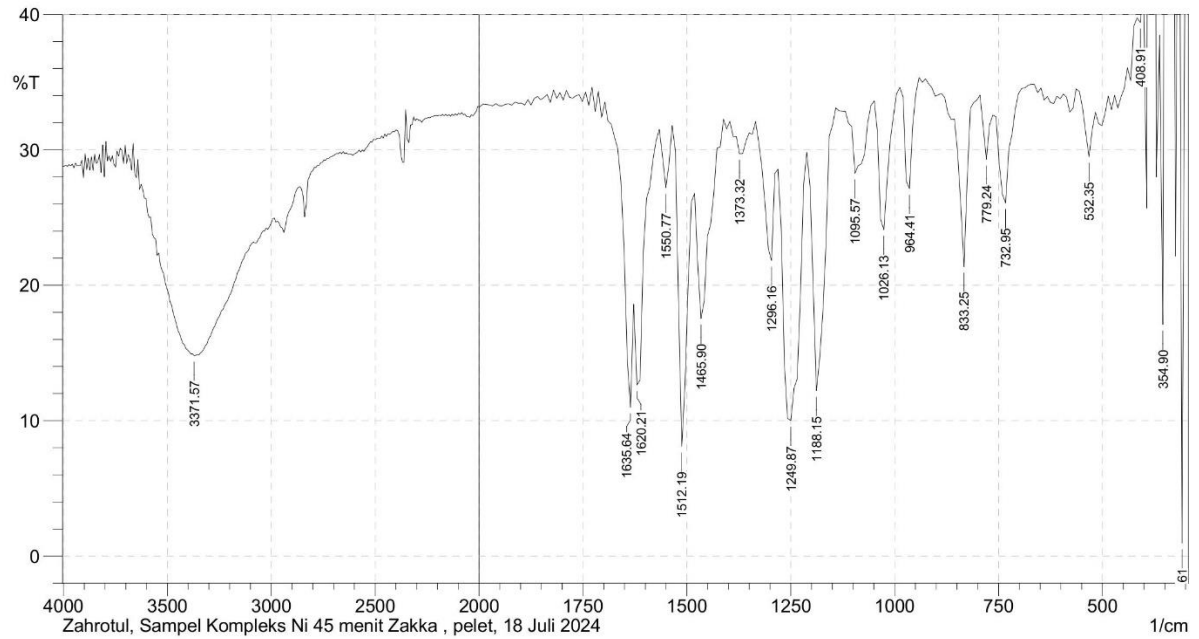
Sintesis kompleks Ni-
MMS



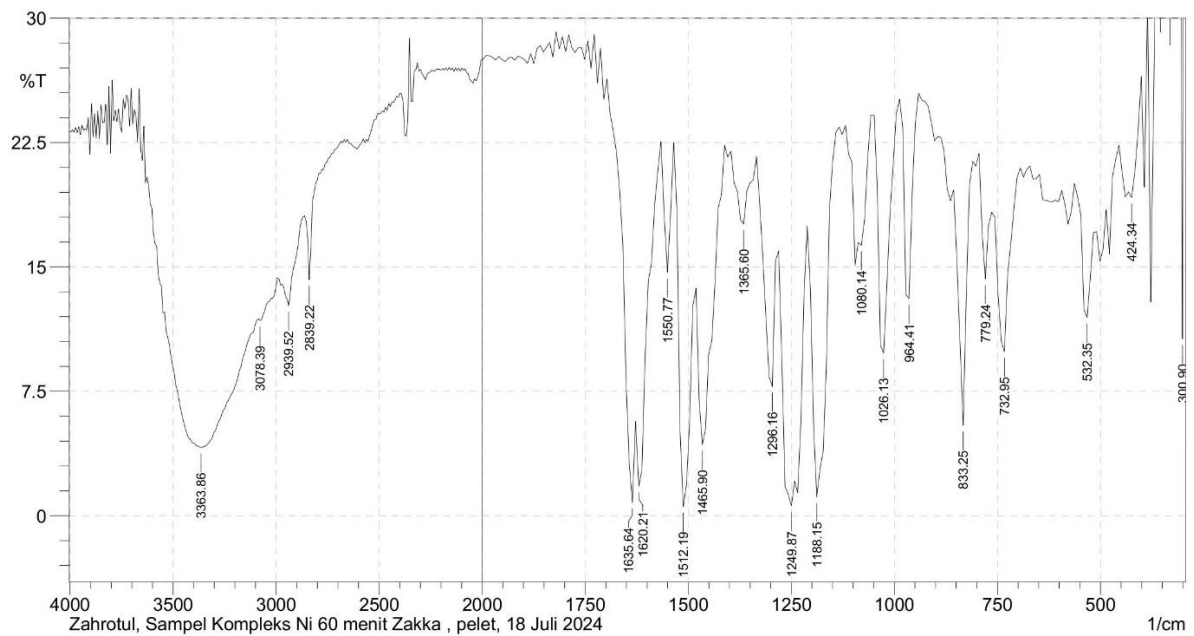
Hasil sintesis kompleks
NI-MMS

L.3.7 Karakterisasi Senyawa Kompleks menggunakan FTIR

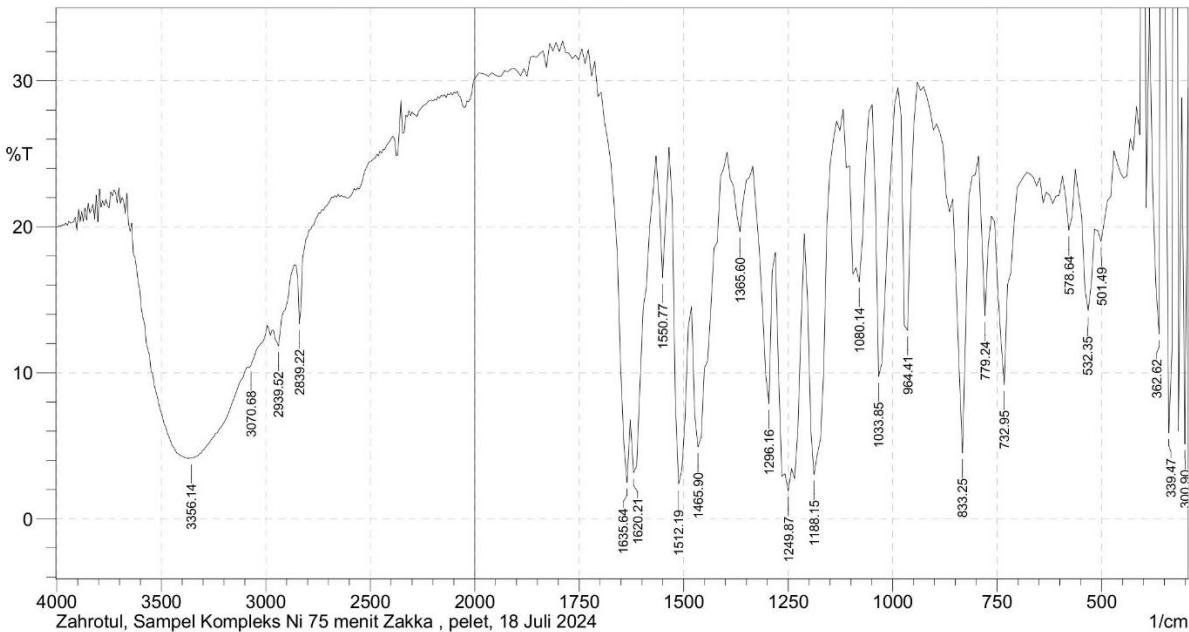
L.3.7.1 Variasi 45 menit



L.3.7.2 Variasi 60 menit

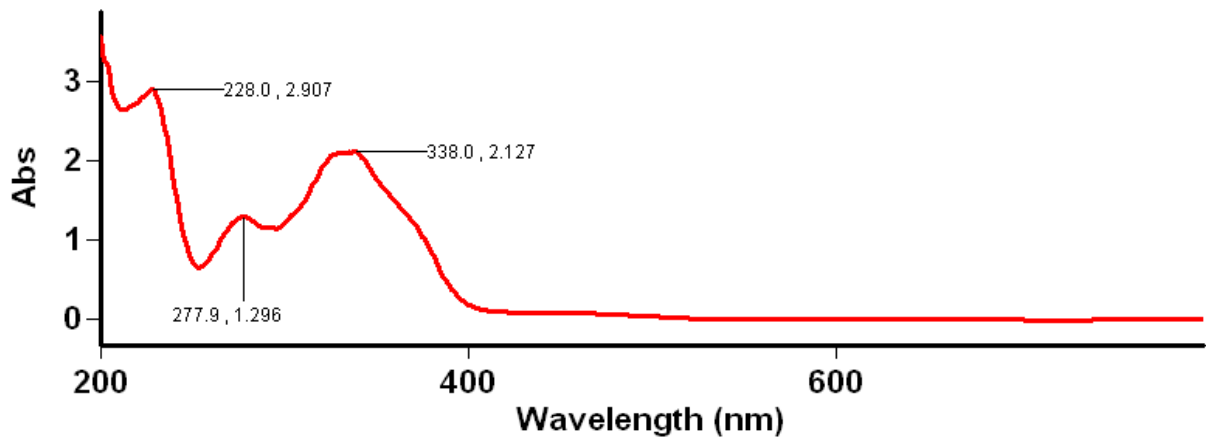


L.3.7.3 Variasi 75 menit



L.3.8 Karakterisasi Senyawa Kompleks menggunakan UV-Vis

L.3.8.1 Spektra UV-Vis Ligan Basa Schiff

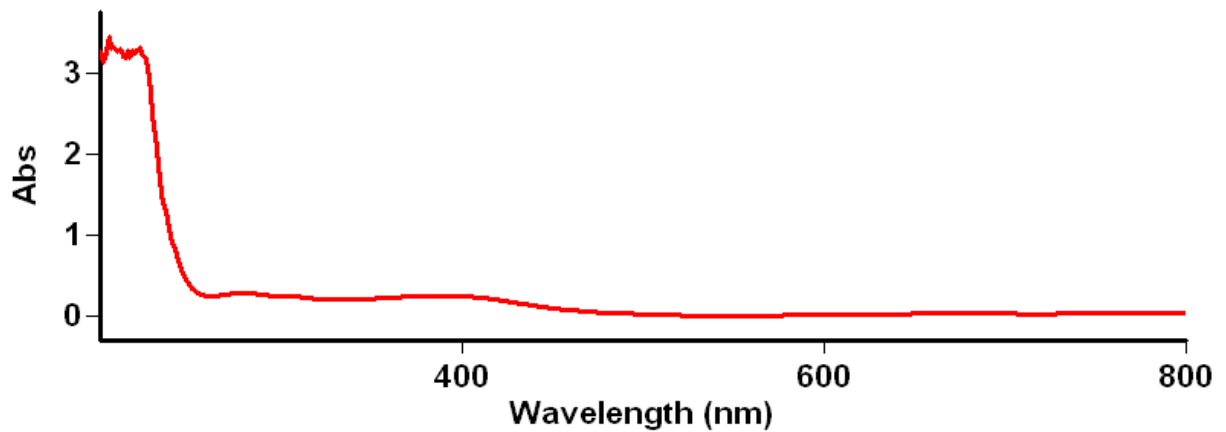


Sample Name: Basa Schiff
Collection Time 5/2/2024 3:23:22 PM

Peak Table	Peaks
Peak Style	
Peak Threshold	0.0100
Range	799.9nm to 199.9nm
Wavelength (nm)	Abs

338.0	2.127
277.9	1.296
228.0	2.907

L.3.8.2 Spektra UV-Vis Garam Logam Logam $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$



Sample Name: $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

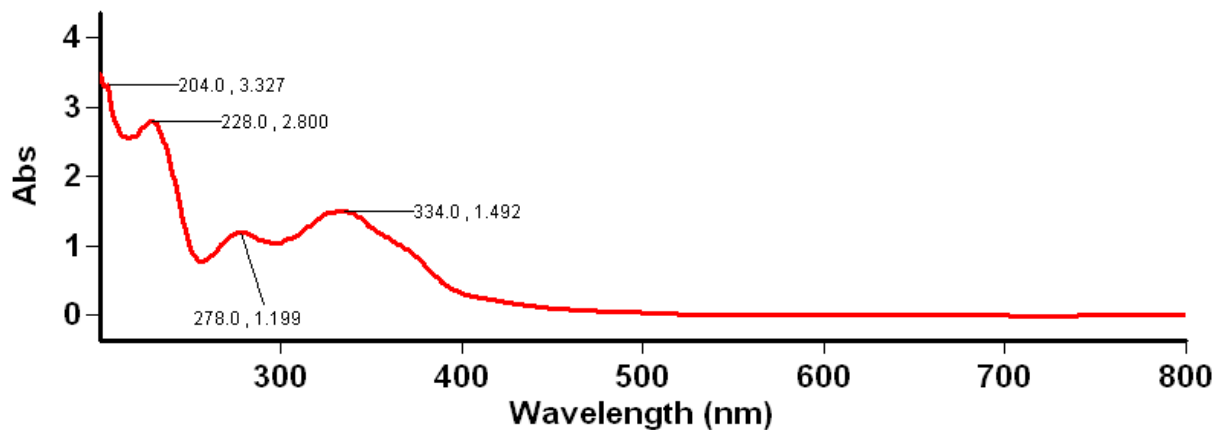
Collection Time 10/8/2024 10:28:28 AM

Peak Table

Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 200.0nm
 Wavelength (nm) Abs

685.9	0.043
395.9	0.256
280.0	0.296
222.0	3.318
218.1	3.283
214.9	3.273
211.0	3.296
208.0	3.322
205.0	3.446

L.3.8.3 Spektra UV-Vis Spektra Kompleks Ni-MMS 45 Menit



Sample Name: Kompleks Ni 45 menit

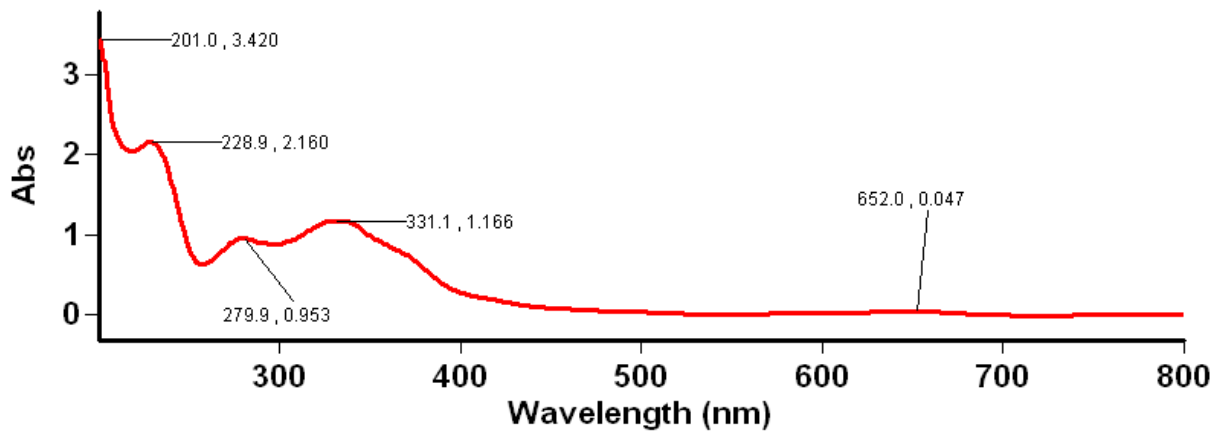
Collection Time 6/20/2024 1:28:16 PM

Peak Table

Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 200.1nm
 Wavelength (nm) Abs

334.0	1.492
278.0	1.199
228.0	2.800
204.0	3.327

L.3.8.4 Spektra UV-Vis Spektra Kompleks Ni-MMS 60 Menit



Sample Name: Kompleks Ni 60 menit

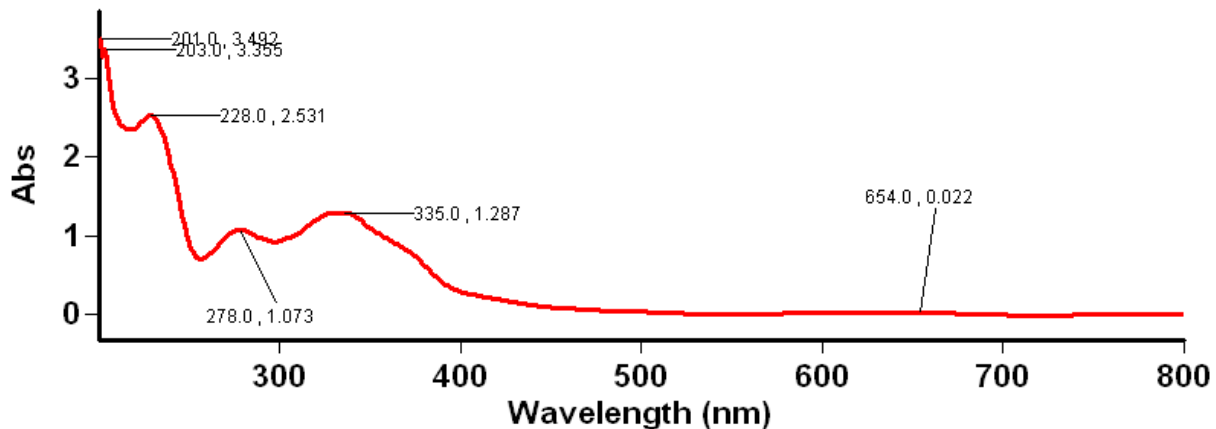
Collection Time 6/20/2024 1:30:25 PM

Peak Table

Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 200.1nm
 Wavelength (nm) Abs

652.0	0.047
331.1	1.166
279.9	0.953
228.9	2.160
201.0	3.420

L.3.8.5 Spektra UV-Vis Spektra Kompleks Ni-MMS 75 Menit



Sample Name: Kompleks Ni 75 menit

Collection Time 6/20/2024 1:32:27 PM

Peak Table

Peak Style Peaks
 Peak Threshold 0.0100
 Range 800.0nm to 200.1nm
 Wavelength (nm) Abs

654.0	0.022
335.0	1.287
278.0	1.073
228.0	2.531
203.0	3.355
201.0	3.492

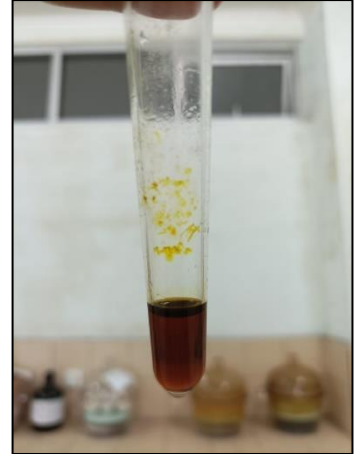
L.3.9 Rekristalisasi Senyawa Kompleks



Dicampurkan senyawa kompleks dengan etanol



Didinginkan rekristalisasi kompleks



Rekristalisasi Tabung Reaksi

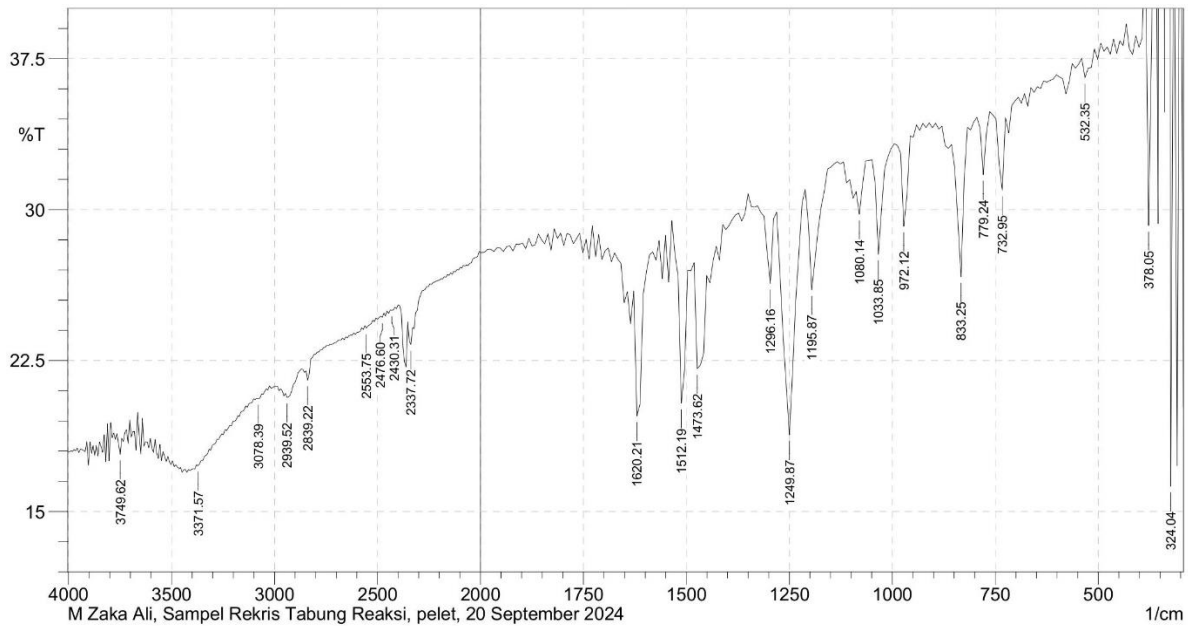


Rekristalisasi Cawan

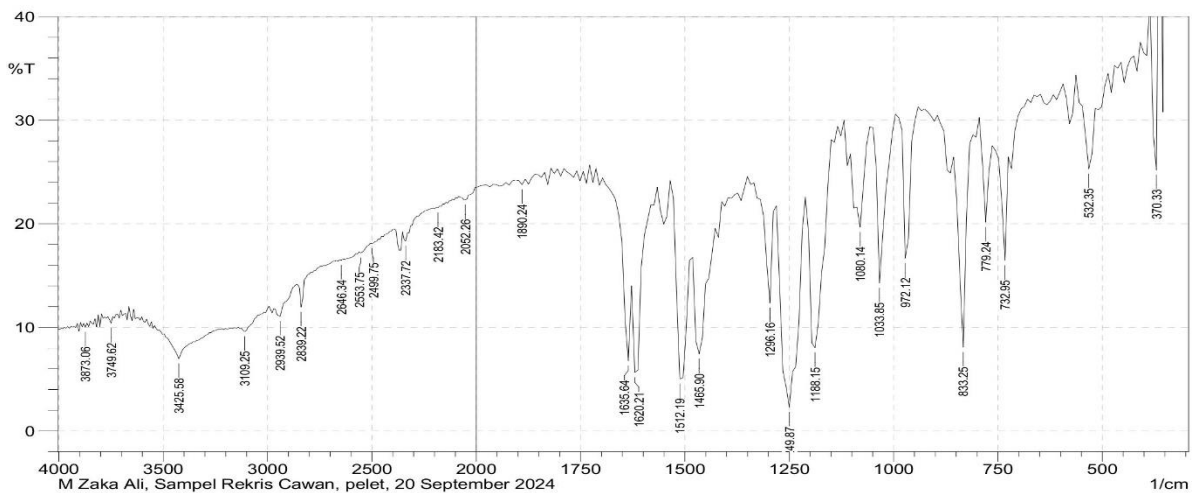
L.3.10 Karakterisasi Hasil Rekristalisasi menggunakan FTIR dan UV-Vis

L.3.10.1 FTIR

➤ Rekristalisasi Tabung Reaksi

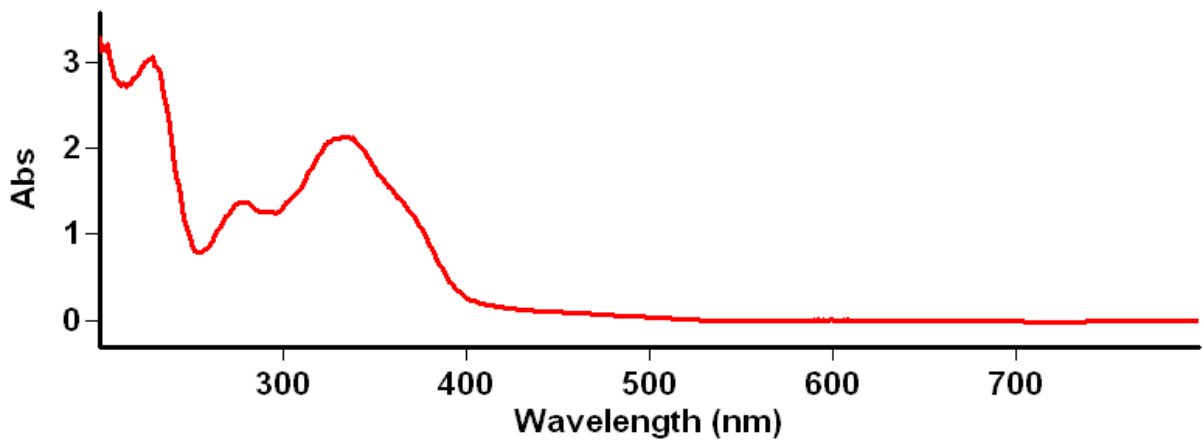


➤ Rekristalisasi Cawan Porselen



L.3.10.2 UV-Vis

➤ Rekristalisasi Tabung Reaksi

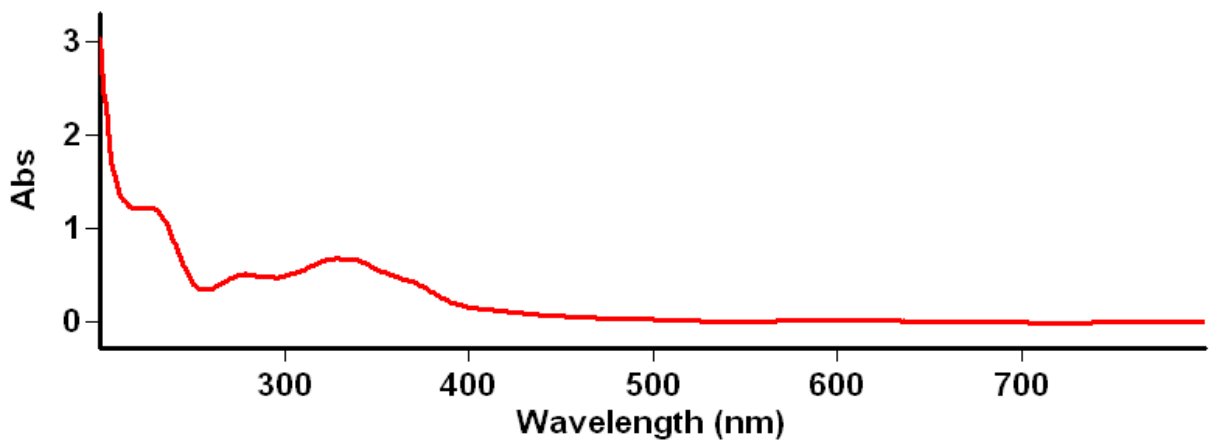


Sample Name: Basa Schiff

Collection Time 9/9/2024 1:43:15 PM

Peak Table	
Peak Style	Peaks
Peak Threshold	0.0100
Range	800.0nm to 200.0nm
Wavelength (nm)	Abs
338.0	2.125
336.0	2.137
277.9	1.376
229.1	3.070
213.1	2.757
203.9	3.214
202.1	3.207

➤ Rekristalisasi Cawan Porselen



Sample Name: Basa Schiff

Collection Time 9/9/2024 1:40:54 PM

Peak Table	
Peak Style	Peaks
Peak Threshold	0.0100
Range	800.0nm to 200.0nm
Wavelength (nm)	Abs
330.1	0.681
279.0	0.514
228.0	1.226

