



Artikel Penelitian

Green Sintesis Senyawa Kompleks Fe(III) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol Menggunakan Metode Penggerusan pada Variasi Waktu 10; 20; dan 30 Menit

Lulu Khoerul Mumtazah, Ahmad Hanapi Rachmawati Ningsih

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, Kota Malang, Indonesia, 65144

INFO ARTIKEL**Riwayat Artikel**

Diterima 08 Agustus 2025

Direvisi 15 Oktober 2025

Tersedia online 24 November 2025

* Email (penulis korespondensi)

rachmawati_ningsih@kim.uin-malang.ac.id

DOI: 10.18860/al.v13i1.35988

ABSTRAK

Synthesis of the complex compound Fe(III) from the ligand 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol and $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ using the grinding method has been carried out. The ligand 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol was synthesized from the reactants o-vanillin and p-anisidine. The synthesis results were tested for physical and chemical properties, characterization using FTIR and GC-MS. Meanwhile, the results of the synthesis of complex compounds were tested for physical properties and characterization using UV-Vis, FTIR, Jobs' method, AAS and the Kjeldahl method. The results of the Schiff base ligand characterization show the physical characteristics of powder form, brownish yellow color, and a melting point of 87 – 89 °C. Chemical properties tests showed that the product was soluble in 2M NaOH and slightly soluble in distilled water. The absorption of the imine group is formed at a wave number of 1620 cm^{-1} . Ligand purity 100% with molecular ion (m/z) 257. Complex synthesis product at varying grinding times 10; 20; and 30 minutes each showed physical characteristics in the form of powder, blackish brown in color, and melting points of 178–181 °C respectively; 179–181 °C; and 178–182 °C. The complex compound shows a hypsochromic shift and the appearance of a d – d transition. The absorption of the imine functional group (C=N) is formed at wave numbers 1643 cm^{-1} and 1612 cm^{-1} . The absorption of the Fe-O and Fe-N functional groups appears at wave numbers 532 cm^{-1} and 447 cm^{-1} . The mole ratio of metal and ligand in complex compounds is 1:4. The iron (Fe) content is 5.1661% and the nitrogen (N) content is 5.4630%. These results show the prediction of the molecular formula of the complex compound, namely $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$.

Keywords: Schiff Bases, Complex Compounds, Characterization

Sintesis senyawa kompleks Fe(III) dari ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menggunakan metode penggerusan telah dilakukan. Ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol disintesis dari reaktan o-vanilin dan p-anisidina. Hasil sintesisnya diuji sifat fisik dan kimia, karakterisasi menggunakan FTIR serta GC-MS. Sedangkan hasil sintesis senyawa kompleks diuji sifat fisik dan karakterisasi menggunakan UV-Vis, FTIR, metode Jobs, AAS dan metode Kjeldahl. Hasil karakterisasi ligan basa Schiff menunjukkan karakter fisik berbentuk serbuk, berwarna kuning kecoklatan, dan titik leleh 87 – 89 °C. Uji sifat kimia menunjukkan produk larut dalam NaOH 2M dan sedikit larut dalam akuades. Serapan gugus imina (C=N) terbentuk pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1} . Kemurnian ligan 100% dengan ion molekuler (m/z) 257. Produk sintesis kompleks pada variasi waktu penggerusan 10; 20; dan 30 menit masing-masing menunjukkan karakter fisik berbentuk serbuk, berwarna coklat kehitaman, dan titik titik leleh berturut-turut 178–181 °C; 179–181 °C; dan 178–182 °C. Senyawa kompleks menunjukkan adanya pergeseran hipsokromik serta munculnya transisi d-d. Serapan gugus fungsi imina (C=N) terbentuk pada bilangan gelombang 1643 cm^{-1} dan 1612 cm^{-1} . Serapan gugus fungsi Fe-O dan Fe-N muncul pada bilangan gelombang 532 cm^{-1} dan 447 cm^{-1} . Rasio mol logam dan ligan pada senyawa kompleks yaitu 1:4. Kadar besi (Fe) sebesar 5,1661% dan kadar nitrogen (N) sebesar 5,4630%. Hasil ini menunjukkan prediksi rumus molekul senyawa kompleks yaitu $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$.

Kata Kunci: Basa Schiff, Senyawa Kompleks, Karakterisasi

1. Pendahuluan

Basa Schiff merupakan senyawa kimia dengan ciri khas berupa gugus imina ($-C=N-$) yang diperoleh dari hasil kondensasi antara amina primer dengan aldehida atau keton. Gugus imina yang mengandung atom N dan gugus fenolik yang mengandung atom O dalam basa Schiff dapat digunakan sebagai ligan multidentat, yakni sebagai ligan bidentat, pentadentat, heksadentat dan heptadentat [1,2]. Dalam bidang kimia organik ligan basa Schiff mengalami perkembangan pesat, hal ini karena ligan basa Schiff memiliki kemampuan dalam membentuk senyawa kompleks dengan ion logam. Berdasarkan penelitian terdahulu menyatakan bahwa ligan basa Schiff memiliki afinitas pembentukan kompleks secara stabil dengan logam transisi seperti Fe, Mn, Cu, Cd, Co, Zn dan Ni [1,2].

Belakangan ini, dilaporkan bahwa kompleks basa Schiff memiliki peranan penting dalam kimia koordinasi dan aplikasinya yang begitu luas dalam kehidupan, seperti dalam bidang biologi, bidang kesehatan, industri, dan aplikasi lainnya. Keberadaan kompleks basa Schiff dalam bidang biologi memiliki potensi anti mikroba yakni sebagai anti bakteri dan anti jamur, di mana aplikasinya lebih baik dibandingkan dengan senyawa yang tidak dikomplekskan [16]. Dalam bidang kesehatan berperan sebagai anti kanker [17], dan anti inflamasi [15]. Selain itu, berfungsi sebagai antioksidan [2], katalis [4], dan sel surya peka pewarna/*Dye Sensitized Solar Cells* (DSSC) [11].

Kompleks basa Schiff dengan logam Fe(III) dapat disintesis melalui ligan basa Schiff 2-metoksi-6-((4-metoksifenilimino)metil)fenol yang diperoleh dari hasil sintesis reaktan o-vanilin dan p-anisidina. Logam Fe(III) dapat membentuk kompleks karena memiliki kereaktifan yang cukup, sehingga dapat membentuk koordinasi dengan ligan-ligan. Sintesis kompleks basa Schiff dapat dilakukan melalui dua metode yaitu konvensional dan *green synthesis*. Metode konvensional merupakan metode yang dianggap kurang ramah lingkungan karena menggunakan pelarut dan katalis anorganik. Sedangkan metode *green synthesis* merupakan metode yang dianggap ramah lingkungan karena menggunakan pelarut air dan katalis alami atau tanpa menggunakan keduanya.

Pendekatan *green synthesis* telah berkembang sebagai alternatif berkelanjutan yang *eco-friendly* dalam sintesis kimia dengan memanfaatkan air sebagai pelarut dan biokatalis alami, atau mengadopsi pendekatan *solvent-free* yang mengeliminasi penggunaan pelarut organik berbahaya. Berbagai metodologi *green synthesis* meliputi *stirring*, *microwave irradiation*, ultrasonikasi, refluks, dan *grinding*, yang masing-masing mempunyai keunggulan spesifik. Dalam penelitian ini, dilakukan metodologi *grinding*/penggerusan karena kemampuannya memanfaatkan mekanisme transfer kalor melalui energi kinetik dari gesekan antar partikel, sehingga memungkinkan reaksi berlangsung tanpa melibatkan pelarut dan katalis anorganik yang berpotensi toksik. [13]. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan karakterisasi terhadap ligan basa Schiff serta kompleks basa Schiff-Fe(III) melalui berbagai teknik analisis. Ligan basa Schiff dianalisis menggunakan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dan *Gas Chromatography–Mass Spectrometry* (GC-MS), sedangkan kompleks basa Schiff-Fe(III) dikarakterisasi dengan metode *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis), FTIR, metode Jobs, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), serta metode Kjeldahl.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah o-vanilin (Merck), p-anisidina (Merck), garam logam $FeCl_3 \cdot 6H_2O$ (Sigma-Aldrich), NaOH 2M (Sigma-Aldrich), KBr (Sigma-Aldrich), kloroform (SmartLab), etanol (p.a) (SmartLab), HNO_3 pekat (Merck), H_3BO_3 4% (Merck), NaOH 35% (Sigma-Aldrich), K_2SO_4 (Merck), $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ (Merck), H_2SO_4 (Merck), HCl 0,2 N (Merck), dan akuades.

2.2 Metode

2.2.1 Sintesis Ligan 2-metoksi-6-((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan Metode Penggerusan

o-Vanilin sebanyak 1,1526 g (7,5 mmol) dan p-anisidina sebanyak 0,9424 g (7,5 mmol) dimasukkan dalam mortar. Kemudian digerus menggunakan alu pada suhu ruang selama 30 menit. Produk yang terbentuk dikeringkan dalam desikator sampai massanya konstan. Amati sifat fisiknya berupa bentuk dan warna.

2.2.2 Uji Titik Leleh Produk menggunakan Melting Point Apparatus (MPA)

Produk sintesis diambil secukupnya dan dimasukkan ke dalam pipa kapiler. Selanjutnya pipa kapiler dan termometer dimasukkan ke alat MPA. MPA dinyalakan dan diatur kenaikan suhunya sebesar $20\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$. Selanjutnya, suhu diturunkan menjadi $10\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$ jika suhu mencapai 60% dari titik leleh teori. Kemudian, jika suhu yang teramati kurang $15\text{ }^{\circ}\text{C}$ dari titik leleh teori maka suhu diatur menjadi $1\text{ }^{\circ}\text{C}/\text{menit}$.

2.2.3 Uji Sifat Kimia Produk dengan Larutan Akuades dan NaOH 2M

Produk sintesis sebanyak 0,005 g dimasukkan ke dalam dua tabung reaksi yang berbeda. Selanjutnya, tabung reaksi pertama ditambahkan 2 mL akuades dan tabung reaksi kedua ditambahkan 2 mL NaOH 2M. Campuran dalam masing-masing tabung reaksi dikocok dan amati perubahan yang terjadi.

2.2.4 Karakterisasi Senyawa Produk Hasil Sintesis Menggunakan FT-IR dan GC-MS

Produk hasil sintesis dicampur KBr dengan perbandingan 2:98 dan digerus dalam *mortar agate*. Kemudian, campuran ditekan dan dibentuk pelet. Pelet diletakkan dalam *cell holder* dan dianalisis menggunakan FT-IR Shimadzu pada bilangan gelombang 4000 – 400 cm^{-1} . Kemudian produk hasil sintesis sebanyak 0,1 g dilarutkan dengan kloroform dengan konsentrasi 20.000 ppm dan diinjeksikan dengan *syringe* ke dalam injektor GC-MS QP2010S Shimadzu.

2.2.5 Sintesis Senyawa Kompleks Fe(III) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol Menggunakan Metode Penggerusan

Ligan 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol sebanyak 0,5146 g (2 mmol) dan garam $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ sebanyak 0,2703 g (1 mmol) dimasukkan dalam mortar. Kemudian digerus menggunakan alu pada suhu ruang dengan variasi lama penggerusan 10; 20; dan 30 menit. Kemudian diamati sifat fisiknya berupa bentuk, warna, serta titik leleh menggunakan MPA.

2.2.6 Karakterisasi Senyawa Kompleks menggunakan UV-Vis dan FT-IR

Produk sintesis dilarutkan dalam etanol p.a. kemudian dimasukkan ke dalam kuvet dan dianalisis menggunakan UV-Vis Shimadzu pada rentang panjang gelombang 200 – 800 nm. Lalu produk sintesis dicampur KBr dengan perbandingan 2:98 dan digerus dalam mortar agate kemudian campuran ditekan dan dibentuk pelet. Pelet diletakkan dalam *cell holder* dan dianalisis menggunakan FT-IR Shimadzu pada rentang bilangan gelombang 4000 – 400 cm^{-1} .

2.2.7 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam menggunakan Metode Jobs

Larutan induk logam dan ligan 0,01 M dibuat dengan menimbang masing-masing 0,1351 g $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 0,1286 g 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol, kemudian dilarutkan dalam etanol hingga mencapai tanda batas pada labu ukur 50 mL. Masing-masing larutan induk dimasukkan dalam tabung reaksi sesuai variasi volume pada **Tabel 1**. Tabung 2-6 divortex dan masing-masing larutan diuji menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada λ_{maks} 326.

Tabel 1. Variasi volume logam dan ligan

Tabung reaksi	1	2	3	4	5	6	7
$\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (mL) 0,01 M	10	5	4	3	2	1	0
$\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N}$ (mL) 0,01 M	0	5	6	7	8	9	10

2.2.8 Karakterisasi Senyawa Menggunakan AAS

Larutan standar Fe 1000 ppm diambil 5 mL dan dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, kemudian ditanda bataskan dengan akuades sehingga diperoleh larutan induk 50 ppm. Selanjutnya dibuat larutan standar 1, 2, 3, dan 4 ppm dengan mengambil masing-masing 1 mL, 2 mL, 3 mL, dan 4 mL dari larutan induk 50 ppm, kemudian ditambahkan akuades hingga mencapai tanda batas pada labu ukur 50 mL.

Larutan sampel dibuat sebesar 2 ppm dengan menimbang 0,0022 g produk hasil sintesis variasi 10 menit dan ditambah dengan 2 mL HNO_3 pekat. Selanjutnya ditambahkan akuades hingga mencapai tanda batas pada labu ukur 100 mL. Larutan standar dan larutan sampel siap dilakukan uji AAS Varian AA240.

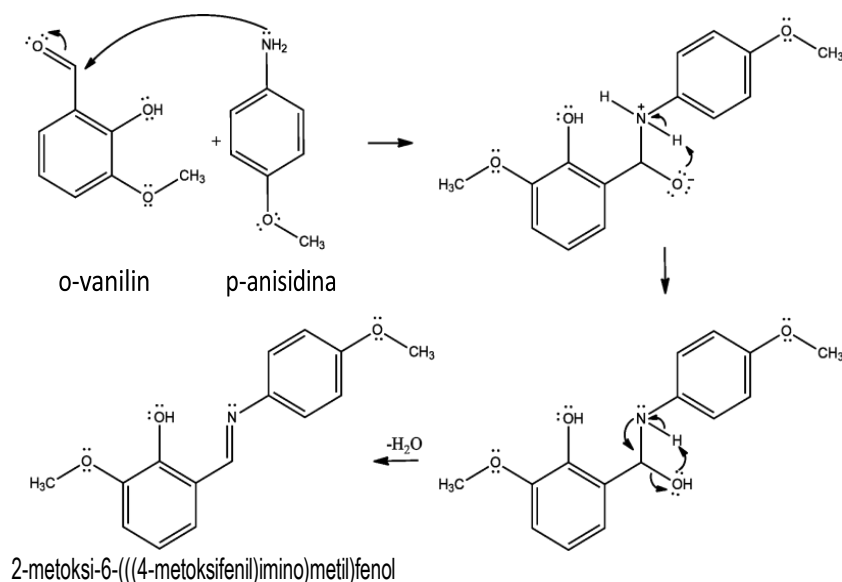
2.2.9 Karakterisasi Atom Nitrogen menggunakan Metode Kjeldahl

Produk sintesis 0,4420 g ditimbang dan dimasukkan ke dalam tabung Kjeldahl. Selanjutnya tambahkan K_2SO_4 3,5 g; $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ 0,1 g; dan H_2SO_4 12 mL. Panaskan campuran dalam almari asam pada instrumen *Automatic Digestion Unit*. Tahap selanjutnya adalah destilasi dan titrasi, hasil destruksi dipindahkan ke dalam *Automatic Distillation and Titration System*. Pastikan semua reagen H_3BO_3 4%; NaOH 35%; HCl 0,2 N; dan akuades telah tersedia. Lakukan analisis destilasi dan titrasi pada alat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sintesis Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Reaktan o-vanilin dan p-anisidina mengalami proses tumbukan antar molekul, sehingga keduanya akan bereaksi dan membentuk ligan 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Berdasarkan hasil uji sifat fisik yang dapat dilihat pada **Tabel 2**, diperoleh pengamatan berupa padatan berwarna kuning kecoklatan dan titik leleh 87–89 °C. Hal ini berbeda dengan karakter fisik reaktan o-vanilin dan p-anisidina, sehingga mengindikasikan produk sintesis telah terbentuk [18]. Mekanisme ligan basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dapat dilihat pada **Gambar 1**.



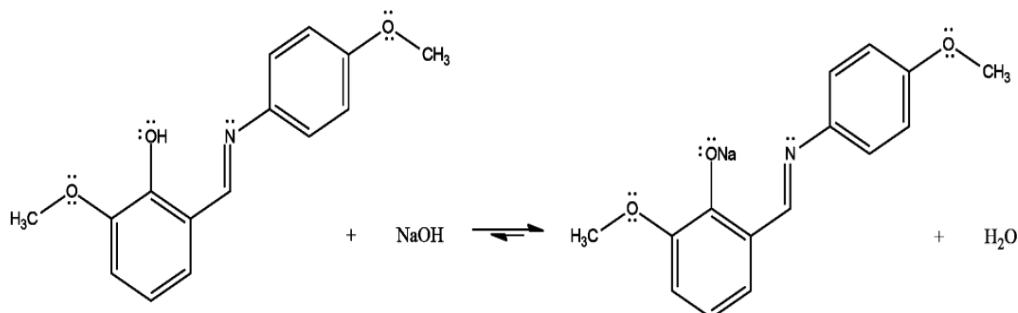
Gambar 1. Mekanisme reaksi ligan basa Schiff

Tabel 2. Sifat fisik produk sintesis

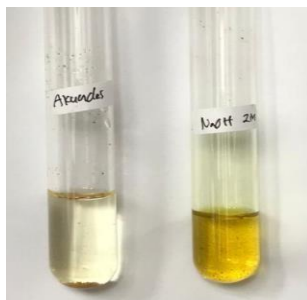
Pengamatan	o-Vanilin	p-Anisidina	Produk Sintesis
Wujud	Kristal (padatan)	Kristal (padatan)	Serbuk (Padatan)
Warna	Kuning	Hitam	Kuning kecoklatan
Massa (gram)	1,1526	0,9424	1,8986
% Rendemen	-	-	98,39%
Titik leleh (°C)	40 – 42	56 – 59	87 – 89

3.2 Uji Sifat Kimia Produk dengan Larutan Akuades dan NaOH 2M

Uji sifat kimia didasarkan pada teori asam basa *Bronsted-Lowry* yang melibatkan transfer proton kepada basa NaOH sehingga menghasilkan garam yang terlarut dalam air [18]. Ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)methyl)fenol termasuk ke dalam golongan senyawa fenolat yang bertindak sebagai pendonor proton melalui gugus OH yang cenderung bersifat asam sedangkan NaOH yang bersifat basa bertindak sebagai penerima proton. Hal ini menyebabkan ion H^+ pada ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)methyl)fenol akan digantikan oleh ion Na^+ dan membentuk garam yang terlarut dalam air. Berdasarkan hasil uji sifat kimia yang dapat dilihat pada **Gambar 3**, produk sintesis sedikit larut dalam akuades yang ditandai adanya endapan serta berwarna sedikit kekuningan dan larut sempurna dalam NaOH 2M dengan hasil larutan berwarna kuning.



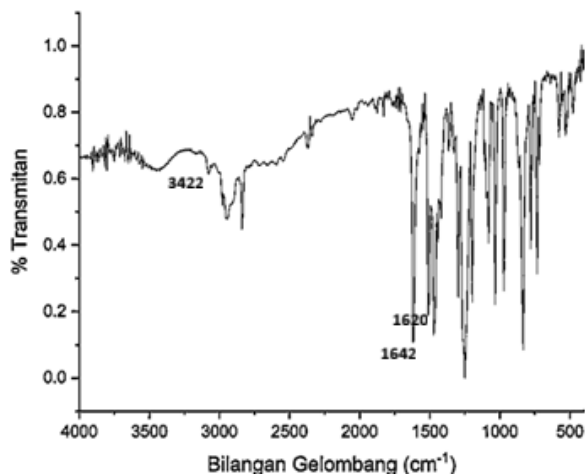
Gambar 2. Reaksi produk sintesis dengan NaOH



Gambar 3. Hasil uji sifat kimia produk sintesis

3.3 Karakterisasi Senyawa menggunakan FTIR

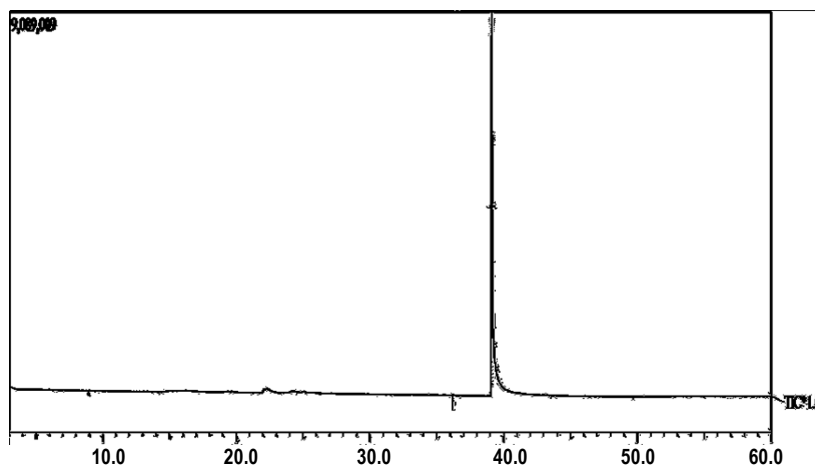
Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi produk sintesis. Berdasarkan hasil spektra yang ditunjukkan pada **Gambar 4**, serapan gugus fungsi khas imina ($C=N$) senyawa basa Schiff muncul pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1} dengan serapan yang tajam dan kuat dan hilangnya serapan gugus fungsi $C=O$ pada bilangan gelombang 1642 cm^{-1} dari o-vanilin dan serapan gugus fungsi NH_2 pada bilangan gelombang $3422 - 3348\text{ cm}^{-1}$ dari *p*-anisidina [18]. Sehingga, hal tersebut mengindikasikan bahwa produk sintesis telah terbentuk.



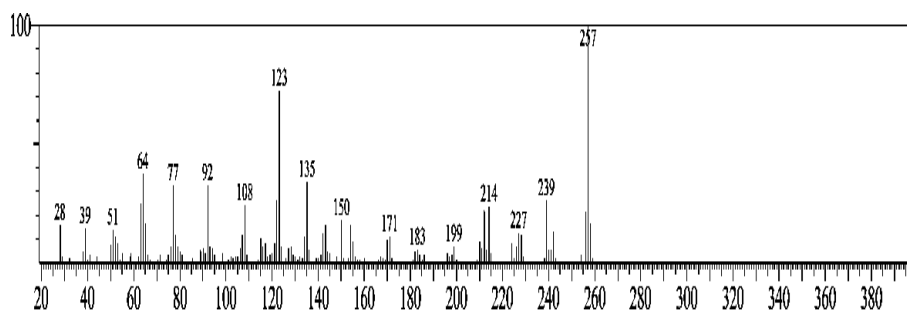
Gambar 4. Spektra FTIR produk sintesis ligan basa Schiff

3.4 Karakterisasi Senyawa menggunakan GC-MS

Karakterisasi menggunakan GC-MS bertujuan untuk mengetahui kemurnian dan berat molekul dari ion molekuler dalam produk sintesis. Berdasarkan **Gambar 5**, dan **Gambar 6**, dihasilkan satu puncak kromatogram dan harga ion molekuler (m/z) sebesar 257 yang setara dengan berat molekul ligan 2-metoksi-6(((4- metoksifenil)imino)metil)fenol. Sehingga, hasil analisis GC-MS menunjukkan bahwa produk sintesis murni dengan persen kemurnian sebesar 100% yang mengindikasikan bahwa produk sintesis telah terbentuk [3].



Gambar 5. Kromatogram produk sintesis



Gambar 6. Spektra massa produk sintesis

3.5 Sintesis Senyawa Kompleks Fe(III) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Ligan basa schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol direaksikan dengan garam logam $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ menggunakan metode penggerusan pada variasi lama penggerusan 10; 20; dan 30 menit. Sehingga keduanya akan bereaksi dan membentuk senyawa kompleks. Berdasarkan hasil yang diperoleh pada **Tabel 3**. dan **Gambar 7**. Produk sintesis pada masing-masing variasi penggerusan 10; 20; dan 30 menit kompleks menunjukkan karakter fisik padatan berwarna coklat kehitaman dengan titik leleh berturut-turut $178-181^\circ\text{C}$; $179-181^\circ\text{C}$; dan $178-182^\circ\text{C}$. Hal ini berbeda dengan karakter fisik ligan dan logam, sehingga mengindikasikan bahwa senyawa kompleks basa Schiff-Fe(III) telah terbentuk.

Tabel 3. Sifat fisik produk sintesis kompleks

Pengamatan	R1	R2	P1	P2	P3
Wujud	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)	Serbuk (padatan)
Warna	Kuning kecoklatan	Kuning	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman	Coklat kehitaman
Massa (gram)	0,5146	0,2703	0,6637	0,6557	0,6345
Titik leleh ($^\circ\text{C}$)	87–89	37 ^a	178–181	179–181	178–182

Keterangan:

R1 : Ligan basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

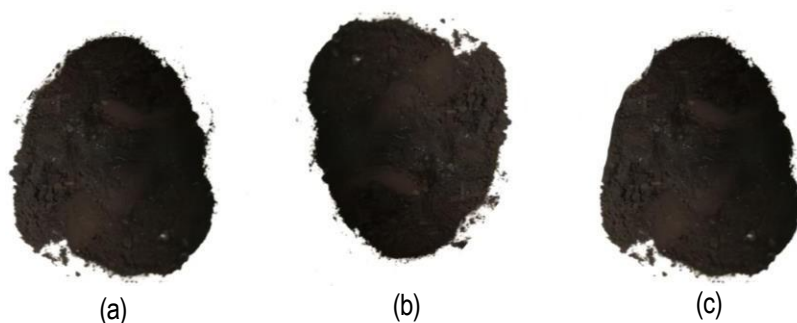
R2 : $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

P1 : Produk sintesis variasi lama penggerusan 10 menit

P2 : Produk sintesis variasi lama penggerusan 20 menit

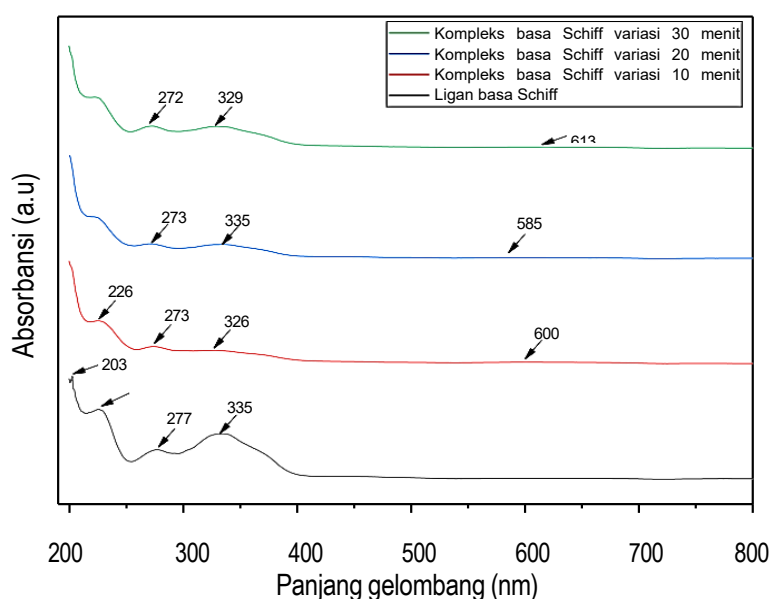
P3 : Produk sintesis variasi lama penggerusan 30 menit

a : Supelco merck



Gambar 7. Hasil penggerusan pada variasi (a) 10 menit (b) 20 menit (c) 30 menit

3.6 Karakterisasi Senyawa menggunakan UV-Vis

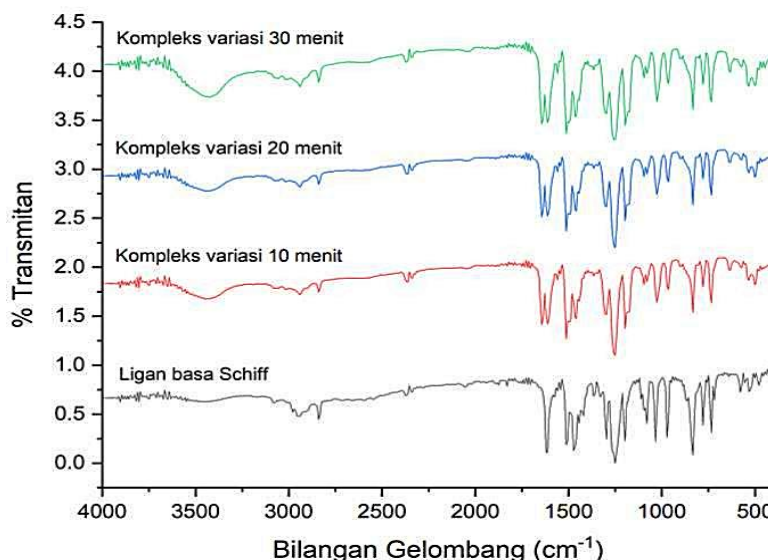


Gambar 8. Spektra UV-Vis produk sintesis

Karakterisasi produk sintesis menggunakan UV-Vis bertujuan untuk mengetahui perbedaan panjang gelombang antara ligan dan senyawa kompleks. Berdasarkan **Gambar 8**. produk sintesis pada variasi 10; 20; dan 30 menit menunjukkan puncak serapan yang mirip dengan ligan basa

Schiff, akan tetapi mengalami pergeseran hipsokromik dari ligan pada transisi $\pi - \pi^*$ serta transisi $n - \pi^*$ dan munculnya transisi $d - d$ dengan intensitas yang lemah pada panjang gelombang berturut-turut 600 nm; 585 nm; serta 613 nm dengan transisi senyawa kompleks ${}^6A_{1g} (S) \rightarrow {}^4T_{1g} (G)$ [9]. Intensitas yang lemah disebabkan karena kompleks basa Schiff-Fe(III) termasuk kedalam transisi terlarang yang melanggar dua aturan seleksi, yaitu aturan seleksi Laporte dan aturan seleksi Spin. Aturan seleksi Laporte menunjukkan $\Delta l \neq 1$ dan tidak terjadinya perubahan paritas sedangkan aturan seleksi Spin menunjukkan terjadinya perubahan multiplisitas sebanyak dua kali.

3.7 Karakterisasi Senyawa menggunakan FTIR

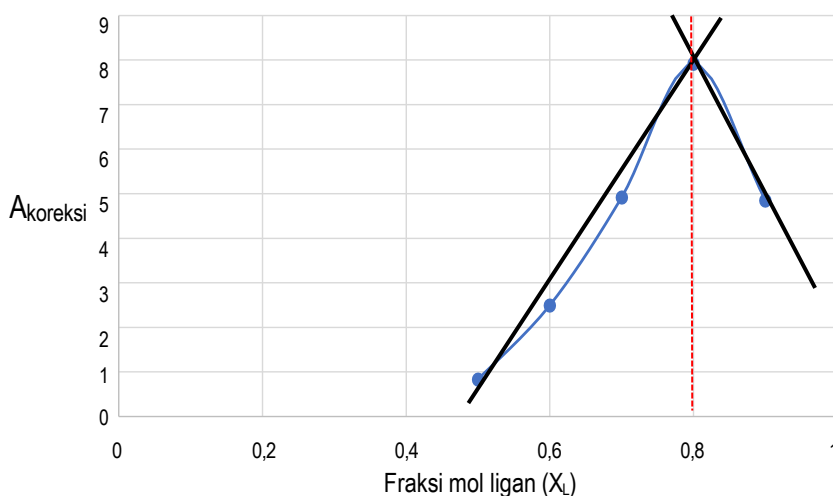


Gambar 9. Spektra FTIR produk sintesis senyawa kompleks

Karakterisasi menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi produk sintesis [6]. Karakterisasi senyawa kompleks basa Schiff-Fe(III) pada variasi 10; 20; dan 30 menit menggunakan FTIR masing-masing menunjukkan adanya pergeseran serapan gugus fungsi imina ($C=N$) dan gugus fungsi OH dari ligan basa Schiff. Pergeseran gugus fungsi imina dari bilangan gelombang 1620 cm^{-1} menjadi 1643 cm^{-1} serta bilangan gelombang 1620 cm^{-1} menjadi 1612 cm^{-1} dengan serapan yang tajam dan kuat sedangkan gugus fungsi OH dari bilangan gelombang 3410 cm^{-1} menjadi 3425 cm^{-1} . Serapan lain muncul pada bilangan gelombang 532 cm^{-1} dan 447 cm^{-1} yaitu dari gugus fungsi Fe-O dan Fe-N yang menunjukkan adanya koordinasi antara ligan dengan logam [1].

3.8 Penentuan Jumlah Mol Ligan dan Logam menggunakan Metode Jobs

Penentuan perbandingan mol logam dan ligan pada senyawa kompleks [10] dilakukan pada produk sintesis variasi 10 menit dengan waktu penggerusan paling singkat. Berdasarkan Gambar 10, diperoleh nilai titik potong fraksi mol ligan yaitu 0,8. Nilai ini digunakan untuk menentukan fraksi mol logam yang kemudian diplotkan kedalam perhitungan, sehingga diperoleh perbandingan logam Fe(III) dengan ligan basa Schiff pada senyawa kompleks yaitu 1:4, yang menunjukkan satu logam Fe(III) berkoordinasi dengan empat ligan basa Schiff.



Gambar 10. Hasil analisis dengan metode Jobs

3.9 Karakterisasi Senyawa menggunakan AAS

Karakterisasi menggunakan AAS bertujuan untuk mengetahui kadar logam Fe pada produk sintesis. Berdasarkan **Tabel 4.** persentase kadar Fe secara teoritis serta eksperimen pada beberapa rumus molekul yang memiliki hasil kemiripan tertinggi adalah $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$ dengan kadar Fe sebesar 5,1661%. Hal ini mengindikasikan bahwa rumus molekul produk sintesis adalah $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$.

Tabel 4. Hasil perhitungan kadar Fe

Rumus Molekul	% Teoritis Fe	% Eksperimen Fe
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2\text{Cl}_2]$	8,7636	8,7637
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]$	9,0112	9,0113
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	9,2715	9,2714
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2]$	9,8591	9,8592
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_4(\text{H}_2\text{O})]$	5,0817	5,0816
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$	5,1661	5,1661

3.10 Analisis Atom Nitrogen menggunakan Metode Kjeldahl

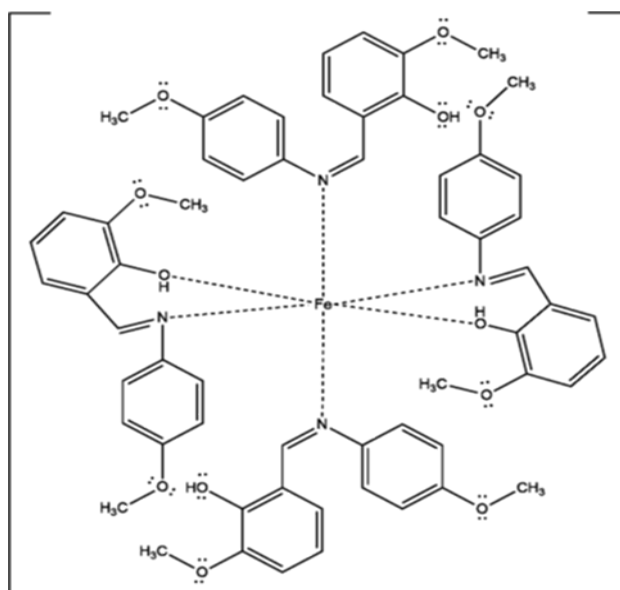
Analisis menggunakan metode Kjeldahl bertujuan untuk mengetahui kadar atom nitrogen [5] dalam senyawa kompleks. Berdasarkan **Tabel 5.** diketahui bahwa persentase produk sintesis secara eksperimen yang paling mendekati dengan persentase teoritis yaitu pada rumus molekul $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$. Hal ini mengindikasikan bahwa rumus molekul produk sintesis adalah $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$.

Tabel 5. Hasil perhitungan kadar N

Rumus Molekul	% Teoritis N	% Eksperimen N
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2\text{Cl}_2]$	4,3818	5,4630
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})\text{Cl}]$	4,5056	5,4630
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	4,6358	5,4630
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_2]$	4,9296	5,4630
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{O}_3\text{N})_4(\text{H}_2\text{O})]$	5,0817	5,4630
$[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$	5,1661	5,4630

3.11 Prediksi Rumus Molekul Senyawa Kompleks

Berdasarkan hasil karakterisasi senyawa kompleks, diperoleh prediksi rumus molekul senyawa kompleks yaitu $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$ dengan geometri oktahedral yang dapat dilihat pada **Gambar 11.** Pembentukan senyawa kompleks terjadi antara asam Lewis dengan basa Lewis [8]. Ligan basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol disebut sebagai ligan monodentat [14] dan bidentat [7] yang bertindak sebagai basa Lewis melalui atom donor O pada gugus fenol atau atom donor N pada gugus imina kepada ion logam Fe(III). Sedangkan ion logam Fe(III) bertindak sebagai asam Lewis yang menerima pasangan elektron bebas dari ligan basa Schiff.



Gambar 11. Dugaan struktur senyawa kompleks $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$

4. Kesimpulan

Ligan basa Schiff 2-metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol berbentuk serbuk, berwarna kuning kecoklatan, titik leleh 87–89 °C, larut sempurna dalam NaOH 2M dan sedikit larut dalam akuades. Karakterisasi menggunakan FTIR diperoleh serapan khas imina pada bilangan gelombang 1620 cm^{-1} dan karakterisasi menggunakan GCMS diperoleh 1 puncak dengan ion molekul (m/z) 257 yang mengindikasikan ligan basa Schiff murni terbentuk.

Senyawa kompleks basa Schiff-Fe(III) pada variasi 10; 20; dan 30 berbentuk serbuk, berwarna coklat kehitaman, dan titik leleh 178 – 181 °C; 179 – 181 °C; dan 178 – 182 °C. Karakterisasi menggunakan UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran hipsokromik dan munculnya transisi d – d. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan adanya pergeseran serapan gugus fungsi imina dan serapan antara ligan dan logam. Uji metode Jobs menghasilkan perbandingan mol logam dan ligan sebesar 1:4. Karakterisasi menggunakan AAS menghasilkan kadar Fe sebesar 5,1661% dan analisis dengan metode Kjeldahl menghasilkan kadar N sebesar 5,4630%. Hal ini mengindikasikan produk sintesis kompleks telah terbentuk dengan prediksi rumus molekul $[\text{Fe(III)}(\text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{O}_3\text{N})_4]$.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Kementerian Agama Republik Indonesia dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang atas dukungan finansial yang diberikan sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik.

Daftar Pustaka

- [1] Abdel-Rahman, L. H., Abdelghani, A. A., Alobaid, A. A., El-Ezz, D. A., Warad, I., Shehata, M. R., Dan Abdalla, E. M. Novel Bromo And Methoxy Substituted Schiff Base Complexes Of Mn(II), Fe(III), And Cr(III) For Anticancer, Antimicrobial, Docking, And Admet Studies. *Scientific Reports*, vol. 13, no. 1, 2023.
- [2] Abdulrazzaq, A. G., Dan Al-Hamdani, A. A. S. Cr(III), Fe(III), Co(II) And Cu(II) Metal Ions Complexes With Azo Compound Derived From 2-Hydroxyquinolin Synthesis, Characterization, Thermal Study And Antioxidant Activity. *Ibn Al-Haitham Journal For Pure And Applied Sciences*, vol. 36, no. 3, 214–230, 2023.
- [3] Al Hakimi, N. S., Hanapi, A., Dan Fasya, A. G. Green Synthesis Senyawa Imina dari Vanillin And Anilina Dengan Katalis Alami Air Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia*). *ALCHEMY: Journal of Chemistry*, vol. 5, no. 4, 120-124, 2017.
- [4] Al-Qaisi, F. M., Nieger, M., Kemell, M. L., Dan Repo, T. J. Catalysis Of Cycloaddition Of Carbon Dioxide And Epoxides Using A Bifunctional Schiff Base Iron(III) Catalyst. *Chemistry Select*, vol. 1, no. 3, 545–548, 2016.
- [5] Amalia, D., Dan Fajri, D. R. Analisis Kadar Nitrogen Dalam Pupuk Urea Prill Dan Granule Menggunakan Metode Kjeldahl Di PT Pupuk Iskandar Muda. *Jurnal Kimia Sains Dan Terapan*, vol. 2, no. 1, 28-32, 2020.
- [6] Azizah, Y., Hanapi, A., Dan Adi, T. K. Synthesis Of 3-(4-Hydroxy-3-Metoxypheyl)-1-Phenyl-2-Propen- 1-On And Its Antioxidant Activity Assay Using DPPH. *ALCHEMY: Journal of Chemistry*, vol. 4, no. 1, 67-72, 2015.
- [7] Bengi, K., Maddikayala, S., Dan Pulimamidi, S. R. DNA Binding, Cleavage, Docking, Biological And Kinetic Studies Of Cr (III), Fe (III), Co (II) And Cu (II) Complexes With Ortho-Vanillin Schiff Base Derivative. *Applied Organometallic Chemistry*, vol. 36, no. 1, 2022.
- [8] Effendy. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi Jilid 1*. Malang: Bayumedia Publishing, 2007.
- [9] Effendy. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi Jilid 1 Edisi 2*. Malang: Indonesian Academic Publishing, 2013.
- [10] Fahriyah, Lumatut Durroti. Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu (II) Dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. *Skripsi*, Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2021.
- [11] Gautam, C., Srivastava, D., Kociok-Köhn, G., Gosavi, S. W., Sharma, V. K., Chauhan, R., Late, D. J., Kumar, A., Dan Muddassir, M. Copper(II) And Cobalt(III) Schiff Base Complexes With Hydroxy Anchors As Sensitizers In Dye-Sensitized Solar Cells (DSSCs). *Rsc Advances*, vol. 13, no. 13, 9046–9054, 2023.
- [12] Liu, X., Dan Hamon, J. R. Recent Developments In Penta-, Hexa- And Heptadentate Schiff Base Ligands And Their Metal Complexes. *Coordination Chemistry Reviews*, 389, 94–118, 2019.
- [13] Liu, Y., Yang, L., Yin, D., Dang, Y., Yang, L., Zou, Q., Li, J., Dan Sun, J. Solvent-Free Synthesis, Characterization, Biological Activity Of Schiff Bases And Their Metal(II) Complexes Derived From Ferrocenyl Chalcone. *Journal Of Organometallic Chemistry*, 899, 2019.
- [14] Naureen, B., Miana, G. A., Shahid, K., Asghar, M., Tanveer, S., Dan Sarwar, A.. Iron (III) And Zinc(II) Monodentate Schiff Base Metal Complexes: Synthesis, Characterization And Biological Activities. *Journal Of Molecular Structure*, 1231, 2021
- [15] Sangeetha, M., Dan Gandhimathi, R. Synthesis, Characterization, Molecular Docking Of Sulphadiazine Schiff Base Metal Complexes And Its Antibacterial, Anti-Inflammatory And Anti Depressant Activity. *J. Pharm*, vol. 42, no. 3, 2023.
- [16] Saranya, J., Jone Kirubavathy, S., Chitra, S., Zarrouk, A., Kalpana, K., Lavanya, K., Dan Ravikiran, B. Tetridentate Schiff Base Complexes Of Transition Metals For Antimicrobial Activity. *Arabian Journal For Science And Engineering*, vol. 45, no. 6, 4683–4695, 2020.
- [17] Solihah Khaidir, S., Bahron, H., Tajuddin, A. M., Ramasamy, K., Dan Lim, S. M. High Nuclearity Cu(II) And Co(II) Complexes Of Schiff Base Derived From O-Vanillin With Substituted M-Phenylenediamine. *International Journal Of Engineering & Technology*, vol. 7, no. 3, 2018.
- [18] Zamrotin. Karakterisasi Dan Uji Aktivitas Antibakteri Senyawa Basa Schiff Hasil Sintesis Dari O-Vanilin Dan P-Anisidina Menggunakan Metode Sonikasi Dalam Media Air. *Skripsi*, Program Studi Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang, 2022.