

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Cu (II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-(((4-METOKSIFENIL)
IMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

**Oleh:
LUMATUT DURROTIL FAHRIYAH
NIM. 17630087**



**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Cu(II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-(((4-METOKSIFENIL)
IMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

**Oleh:
LUMATUT DURROTIL FAHRIYAH
NIM. 17630087**

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

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM
MALANG
2021**

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Cu(II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-(((4-METOKSIFENIL)
IMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

**Oleh:
LUMATUT DURROTIL FAHRIYAH
NIM. 17630087**

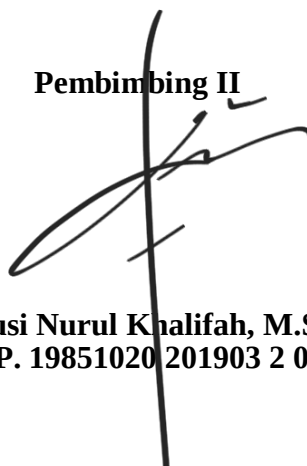
**Telah Diperiksa dan Disetujui untuk Diuji
Tanggal : 22 Desember 2021**

Pembimbing I



**Ahmad Hanapi, M.Sc
NIDT. 19851225 20160801 1 069**

Pembimbing II



**Susi Nurul Khalifah, M.Si
NIP. 19851020 201903 2 012**

**Mengetahui,
Ketua Program Studi**



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

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Cu(II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF 2-METOKSI-6-(((4-METOKSIFENIL)
IMINO)METIL)FENOL**

SKRIPSI

Oleh
LUMATUT DURROTIL FAHRIYAH
NIM. 17630087

**Telah Dipertahankan di Depan Dewan Penguji Skripsi
Dan Dinyatakan Diterima Sebagai Salah Satu Persyaratan Untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)
Tanggal : 23 Desember 2021**

Penguji Utama	: A. Ghanaim Fasya, M.Si NIP. 19820616 200604 1 002
Ketua Penguji	: Vina Nurul Istighfarini, M.Si NIP. LB 63025
Sekretaris Penguji	: Ahmad Hanapi, M.Sc NIDT. 19851225 20160801 1 069
Anggota Penguji	: Susi Nurul Khalifah, M.Si NIP. 19851020 201903 2 012


(.....)

(.....)

(.....)

(.....)

Mengetahui,
Ketua Program Studi



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

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Lumatut Durrotil Fahriyah
NIM : 17630087
Program Studi : Kimia
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : "Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Cu (II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)-Fenol"

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan 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 2021

Yang membuat pernyataan,



Lumatut Durrotil Fahriyah

NIM. 17630087

HALAMAN PERSEMBAHAN

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan kehadiran Allah SWT. yang telah memberikan kelancaran dalam penelitian maupun penyusunan naskah skripsi. Pertama, saya persembahkan skripsi ini kepada Ibu saya Uswatun Hasanah dan Ayah saya tercinta Faruq yang telah berjuang mati-matian, yang telah mendoakan saya agar saya dapat menyelesaikan perkuliahan sampai mendapat gelar S.Si. Kedua, saya juga ingin berterimakasih kepada adik-adik saya Ahmad Iqbal fajary, Zamirotus Syu'latil Fahriyah, Ahmad Robithul Haq dan Ahmad Athir Bil-birry beserta sanak keluarga yang lain dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu.

Saya juga ucapkan banyak-banyak terimakasih kepada dosen pembimbing saya Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc dan Ibu Susi Nurul Khalifah, M.Si, kepada dosen penguji Bapak A. Ghanaim Fasya, M.Si dan Ibu Vina Nurul Istighfarini, M.Si yang telah memberikan arahan serta bimbingan yang begitu luar biasa dan telah memberi saya kesempatan untuk dapat menyelesaikan skripsi di semester ini.

Skripsi ini juga saya persembahkan untuk teman-teman seperjuangan saya Raniqul, Nining, Wariatus dan teman-teman penelitian basa Schiff serta anggota kos ijo yang bersedia saya repotkan setiap waktu, yang selalu memberikan motivasi, dukungan serta semangat ketika saya sedang jenuh dalam pengerjaan skripsi.

Terimakasih juga untuk teman-teman Kimia, kakak-kakak tingkat yang juga telah membantu dan tidak bisa saya sebutkan satu persatu

Dan yang terakhir saya persembahkan skripsi ini untuk orang yang selalu menanyakan “kamu kapan sih lulusnya ?”

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, puji syukur kehadirat Allah Swt. yang telah memberi rahmat serta inayahNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **“Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol”**. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW, keluarga, sahabat, serta umat pengikutnya.

Dalam proses penulisan proposal skripsi ini, tentu banyak kendala dan problem yang dihadapi. Namun dengan bantuan berbagai pihak, penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi ini dengan baik. Oleh karena itu, penulis harturkan ucapan terimakasih teriring doa dan harapan kepada semua pihak yang telah membantu penulisan skripsi ini. Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada:

1. Ayah dan ibu serta adik-adik dan keluarga yang selalu mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis
2. Ibu Rachmawati Ningsih, M.Si selaku Ketua Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
3. Bapak Ahmad Hanapi, M.Sc selaku dosen pembimbing yang telah membimbing, memberi arahan dan motivasi kepada penulis
4. Ibu Susi Nurul Khalifah, M.Si selaku dosen agama yang telah memberi bimbingan, nasihat dan arahan kepada penulis
5. Teman-teman Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam

Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang telah memberi informasi dan memberi dukungan kepada penulis

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna baik dari segi penyusunan, bahasa, maupun penulisannya. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang membangun agar dapat menjadi acuan untuk penulisan yang lebih baik lagi. Dengan penuh rasa syukur, semoga naskah skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis maupun pembaca. *Aamiin.*

Malang,2021

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN	iv
PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN	v
HALAMAN PERSEMBAHAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR LAMPIRAN	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
ABSTRAK	xiv
ABSTRACT	xv
نبذة مختصرة	xvi

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	6
1.3 Tujuan	7
1.4 Batasan Masalah	7
1.5 Manfaat Penelitian	7

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Senyawa Kompleks	8
2.2 Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol	9
2.3 Logam Cu	12
2.4 Metode Sonikasi	13
2.5 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis	
2.5.1 Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR	14
2.5.2 Analisa Kualitatif dengan Spektrofotometer UV-Vis	16
2.6 Sintesis Senyawa Kompleks Cu (II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil) imino)metil)fenol	17

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	21
3.2 Alat dan Bahan	21
3.2.1 Alat	21
3.2.2 Bahan	21
3.3 Tahapan Penelitian	21
3.4 Prosedur Kerja	22
3.4.1 Karakterisasi Ligan	22
3.4.1.1 Uji Sifat Fisika Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)-imino)metil)fenol	22
3.4.1.2 Uji Sifat Kimia Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)-imino)metil)fenol	22

3.4.1.3 Karakterisasi Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)-imino)metil)fenol Menggunakan FTIR	23
3.4.2 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	23
3.4.3 Karakterisasi Senyawa Kompleks	23
3.4.3.1 Karakterisasi Senyawa Kompleks Menggunakan FTIR	23
3.4.3.2 Analisa Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	24
3.4.3.3 Penentuan Jumlah Ligan dengan Metode Variasi Kontinu..	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Ulang Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol.....	26
4.2 Sintesis Senyawa Kompleks cu (II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	30
4.3 Analisa Kualitatif menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	33
4.4 Karakterisasi FTIR Senyawa Kompleks Cu (II)- 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	36
4.5 Penentuan Jumlah Logam dan Ligan Menggunakan Metode Variasi Kontinu	38
4.6 Dugaan Struktur Senyawa Kompleks	39
4.5 Manfaat Senyawa Kompleks Cu(II) dalam Perspektif Islam	41

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran	45

DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Diagram Alir	47
Lampiran 2 Perhitungan	50
Lampiran 3 Hasil Karakterisasi	54
Lampiran 4 Dokumentasi	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Struktur senyawa kompleks	9
Gambar 2.2	Reaksi pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol	10
Gambar 2.3	Spektra FTIR senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil) imino)metil)fenol	11
Gambar 2.4	Konfigurasi Cu ²⁺ dalam keadaan dasar	12
Gambar 2.5	Dugaan struktur kompleks [Cu(vanilin-DL- α -aminobutirat)(H ₂ O)] dengan geometri bujur sangkar	13
Gambar 2.6	Hasil spektra UV-Vis kompleks tembaga(II) dengan ligan [N,N' Bis(salisiliden)-1,2-fenilendiamin].....	16
Gambar 4.1	Hasil uji sifat kimia senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan larutan NaOH 2M (a) dan aquades (b)	25
Gambar 4.2	Persamaan reaksi asam basa Bronsted-Lowry antara senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan NaOH.....	25
Gambar 4.3	Perbandingan spektra IR karakterisasi ulang dan karakterisasi oleh Jovianto (2020)	26
Gambar 4.4	Perbedaan warna reaktan ligan basa Schiff (a) dan garam Cu(CH ₃ COO) ₂ .H ₂ O (b) dengan kompleks Cu(II) (c)	28
Gambar 4.5	(a) Deprotonasi gugus –OH pada ligan, (b) pembentukan asam asetat	32
Gambar 4.6	Perbandingan spektra UV-Vis ligan dengan kompleks Cu(II)...	33
Gambar 4.7	Hasil spektra UV-Vis ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol.....	34
Gambar 4.8	Hasil spektra UV-Vis senyawa kompleks Cu(II).....	35
Gambar 4.9	Perbandingan spektra IR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II).....	36
Gambar 4.10	Grafik hasil metode variasi kontinu	38
Gambar 4.11	Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri oktahedral terdistorsi yang mengalami z-out (a), dan z-in (b)..	36
Gambar 4.12	Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri bujur sangkar	37
Gambar 4.13	Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri square pyramid	41

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Gugus fungsi dari spektra FTIR produk sintesis o-vanilin dan p-anisidina.....	24
Tabel 2.2	Serapan IR ligan basa Schiff dengan senyawa kompleks logam Cu.....	31
Tabel 4.1	Perbandingan hasil uji sifat fisik	27
Tabel 4.2	Perbandingan serapan IR karakterisasi ulang dan karakterisasi oleh Jovianto (2020).....	29
Tabel 4.3	Perbandingan hasil pengamatan sifat fisik ligan basa Schiff dan senyawa kompleks	31
Tabel 4.4	Hasil rendemen berdasarkan dugaan rumus molekul	33
Tabel 4.5	Perbandingan hasil spektra IR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II)	37

ABSTRAK

Fahriyah, Lumatut D. 2021. **Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol**. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang. Pembimbing I : Ahmad Hanapi, M.Sc; Pembimbing II : Susi Nurul Khalifah, M.Si

Kata kunci: Basa Schiff *o*-Vanilin, Metode Sonikasi, Senyawa Kompleks Cu(II)

Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol merupakan senyawa basa Schiff *ortho*-vanilin yang lebih stabil, mudah dan cepat dalam membentuk kelat. Sintesis senyawa kompleks Cu (II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dilakukan dengan metode sonikasi. Keuntungan dari metode ini ialah ramah lingkungan, tidak membutuhkan banyak pelarut, serta hemat energi. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan FTIR, spektrofotometer UV-Vis, dan metode variasi kontinu. Berdasarkan hasil karakterisasi, ligan basa Schiff bertindak sebagai ligan bidentat dimana atom pusat Cu berikatan koordinasi dengan atom N pada gugus imina dan atom O pada gugus fenol. Hal ini ditandai dari pergeseran bilangan gelombang gugus imina dari 1615 cm^{-1} pada ligan menjadi 1613 cm^{-1} pada kompleks. Spektra UV-Vis ligan basa Schiff, menunjukkan adanya transisi π - π^* terkonjugasi pada λ maks 277 dan 335 nm, sedangkan pada kompleks Cu(II) muncul transisi d-d pada λ 633 nm dengan intensitas lemah. Melalui metode variasi kontinu dapat diketahui bahwa 1 atom pusat Cu mengikat 2 ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol.

ABSTRACT

Fahriyah, Lumatut D. 2021. **Synthesis and Characterization of Cu(II) Complex Compound with Schiff Base Ligand 2-Methoxy-6-(((4-Methoxyphenyl)imino)methyl)phenol**. Department of Chemistry, Science and Technology Faculty, Islamic State University of Maulana Malik Ibrahim Malang. Supervisor I: Ahmad Hanapi, M.Sc; Supervisor II: Susi Nurul Khalifah, M.Si

Key words: *o*-Vanillin Schiff Base, Sonication Method, Cu(II) Complex Compound

Synthesis of Cu(II) complex compound with Schiff base ligand 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol was carried out by sonication method. The advantage of this method is environmentally friendly, does not require much discovery, and energy efficient. Characterization was carried out using FTIR, UV-Vis spectrophotometer, and continuous variation method. Based on the characterization, Schiff base ligand acts as bidentate ligand where Cu as the central atom binds in coordination with the N atom in the imine group and the O atom in the phenol group. This is indicated by the shift in the wavenumber of the imine group from 1615 cm^{-1} in the ligand to 1613 cm^{-1} in the complex. The UV-Vis spectra of the Schiff base ligand, showed the presence of conjugated π - π^* transitions at λ_{max} 277 and 335 nm, while in the Cu(II) complex, a d-d transition appeared at 633 nm with low intensity. Through continuous variation method, it can be seen that 1 central Cu atom binds 2 Schiff base ligand 2-methoxy-6-(((4-methoxyphenyl)imino)methyl)phenol.

نبذة مختصرة

فحريه, لمعة, د ٢٠٢١. توليف وتوصيف مركبات النحاس (II) المعقدة مع شيف بيس ليجاندز ٢- ميتوكسي ٦-(((٤- ميتوكسي فينيل) أمينو) ميتيل) فينول. قسم الكيمياء بكلية العلوم والتكنولوجيا جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج. المستشار ١ احمد حنفي, ماجستير, والمستشار ٢ سوسي نور الخليفة, ماجستير.

الكلمات الدالة : شيف أو-فانيلين قاعدة, طريقة سونيكيشن, مركبات النحاس (II) المعقدة

توليف وتوصيف مركبات النحاس (II) المعقدة مع شيف بيس ليجاندز ٢- ميتوكسي ٦-(((٤- ميتوكسي فينيل) أمينو) ميتيل) فينول فعلت مع سي طريقة سونيكيشن. ميزة هذه الطريقة هي أنها صديقة للبيئة, لا يتطلب الكثير من المذيبات, وتوفير الطاقة. تم التوصيف باستخدام (FTIR), مقياس الطيف الضوئي (UV-Vis), وطريقة الاختلاف المستمر. بناء على نتائج التوصيف, تعمل روابط قاعدة شيف كروابط ثنائية حيث تنسق ذرة النحاس المركزية N مع الذرة علي مجموعة ايمين والذرة O على مجموعة الفينول. يشار إلى هذا من خلال التحول في رقم الموجة للمجموعة ايمين 1615 cm^{-1} على 1613 cm^{-1} على المركب. أطياف (UV-Vis) شيف قاعدة يحدد, يشير إلى انتقال $\pi-\pi^*$ تشغيل 277 nm و 355 nm , بينما على مجمع (II) اثنين من التحولات الإلكترونية نحو بتوكروميك $306,1\text{ nm}$ و 395 nm ويظهر انتقال d-d تشغيل 633 nm مع شدة ضعيفة. من خلال طريقة التباين المستمر, يمكن ملاحظة ذلك واحد ترتبط ذرة النحاس المركزية بإثنان مع شيف بيس ليجاندز ٢- ميتوكسي ٦-(((٤- ميتوكسي فينيل) أمينو) ميتيل) فينول.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Basa Schiff merupakan senyawa yang mengandung gugus azometin, berupa $-C=N-$, dan biasanya disintesis dari senyawa amina primer dan karbonil melalui metode reflux dengan katalis asam. Berbagai manfaat basa Schiff ialah sebagai inhibitor korosi (Ronggopuro, 2019; Febriany, 2014), antibakteri (Bhai, dkk. 2014), inhibitor pada penyakit tuberculosis (Elzahany, 2008), antioksidan (Saranya & Lakshmi, 2015; Sharma *et al.*, 2013), antiinflamasi dan agen analgesik (Ali *et al.*, 2012), serta antijamur (Ashraf, *et al.*, 2011). Menurut Cahyana dan Pratiwi (2015), aktivitas biologis yang ditunjukkan oleh senyawa ini dipengaruhi oleh adanya gugus azometin tersebut.

Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol merupakan senyawa basa Schiff *ortho*-vanilin yang disintesis dari *o*-vanilin sebagai aldehida aromatik dan *p*-ansidina sebagai amina primer. *Ortho*-vanilin merupakan padatan organik berwarna kuning dan diperoleh dari ekstrak tumbuhan dan minyak atsiri. Basa schiff *otrho*-vanilin dapat digunakan untuk berbagai aplikasi seperti antibakteri, antifungi, antikanker, antioksidan, evaluasi sitotoksisitas, pembelahan DNA, *docking* molekuler, dan aktivitas katalitik (Hassan dan Said, 2021).

Ortho-vanilin merupakan isomer dari senyawa vanilin dengan rumus molekul $C_9H_8O_3$ dan gugus fungsi metoksi ($-OCH_3$) serta aldehida ($-COH$) merupakan senyawa fenolat turunan benzena. Menurut Azizah (2015), vanilin dengan gugus fenolnya telah menunjukkan aktivitas biologis, seperti antioksidan. Namun, fungsi ini membutuhkan konsentrasi yang sangat tinggi sehingga perlu

untuk menaikkan fungsi aktivitas biologisnya. Salah satu cara yang dapat dilakukan ialah memperpanjang sistem konjugasinya dengan memanfaatkan gugus paling reaktif dalam vanilin, yakni gugus aldehyd. Senyawa yang dapat disintesis dari vanilin salah satunya basa Schiff. Namun, dalam sintesis kompleks, vanilin sulit membentuk efek kelat pada logam dikarenakan posisi gugus substituen yang berjauhan, sedangkan aldehida aromatik yang tersubstitusi *ortho* dengan gugus hidroksil mampu bertindak sebagai ligan bidentat untuk ion logam transisi (Ashraf *et al*, 2011). Sehingga pada penelitian ini, aldehida aromatik yang digunakan ialah *o*-vanilin. Menurut Yu *et al*. (2009), *o*-vanilin merupakan aldehida alami yang dapat ditemukan dalam tumbuhan serai wangi atau *Andropogon nardus*, dan biasanya digunakan sebagai bumbu dapur serta obat sakit perut.

Allah Swt. berfirman dalam Q.S. Ali Imran ayat 191 yang berbunyi:

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَامًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ فِي خَلْقِ السَّمُوتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَاطِلًا
سُبْحَانَكَ فَقِنَا عَذَابَ النَّارِ

"(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."

Ayat diatas menjelaskan bahwa Allah Swt. tidak menciptakan segala sesuatu secara sia-sia seperti halnya vanilin. Seperti yang telah disebutkan diatas bahwa vanilin telah memiliki aktivitas biologi namun membutuhkan konsentrasi yang sangat besar sehingga perlu adanya perpanjangan konjugasi untuk memperbesar aktivitas biologinya. Salah satunya dengan cara mensintesis vanilin maupun isomernya, yaitu *ortho*-vanilin, menjadi senyawa basa Schiff yang memiliki banyak manfaat bagi makhluk hidup. Menurut Purwasih (2018), ayat diatas menjelaskan bahwa

sebagai manusia yang diciptakan dengan sempurna maka kita harus merenung dan berfikir dengan menggunakan akal atas semua yang telah terjadi dan yang telah diciptakan. Disinilah peran akal manusia yang seharusnya dapat dimanfaatkan untuk terus menggali potensi yang telah diberikan Allah Swt. kepada hambaNya sebagai bentuk rasa syukur atas nikmatNya.

Ligan basa Schiff merupakan agen pengkelat yang baik dikarenakan adanya gugus azometin ($-C=N$) dan atom lain seperti Oksigen. Basa Schiff merupakan kelas ligan penting dalam kimia koordinasi sedangkan kimia kompleks basa Schiff memiliki aplikasi yang luas dalam berbagai industri seperti makanan, pewarna, atau katalisis kimia, aktivitas antimikroba, dan aplikasi farmakologis (Ahamed, *et al.*, 2014). Oleh karena itu, basa Schiff dapat dimanfaatkan sebagai ligan dalam pembentukan senyawa kompleks. Ligan basa Schiff dapat bertindak sebagai ligan bidentat (Faghih *et al.*, 2017; Tufa, *et al.*, 2018), tridentat (Nair dan Joseyphus, 2008) ataupun tetradentat (Liu, *et al.*, 2006; Aghayan, *et al.*, 2003) yang lebih stabil. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa aktivitas biologi basa Schiff meningkat karena adanya kelat dengan logam.

Sharma *et al.* (2010) mensintesis kompleks Pd(II) dan Pt(II) dengan ligan basa Schiff 3-asetil-2,5-dimetiltiofen tiosemikarbazon dan semikarbazon. Aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa semua senyawa kompleks lebih aktif daripada masing-masing ligannya. Uji aktivitas antiamuba juga dilakukan terhadap *E. histolytica*, hasilnya kompleks Pd(II) lebih aktif dibanding ligan basa Schiffnya. Hal ini menunjukkan bahwa kompleksasi logam meningkatkan aktivitas ligan. Uji aktivitas antimikroba yang dilakukan Golcu, *et al* (2004) menunjukkan bahwa kompleks basa Schiff memiliki aktivitas anti jamur lebih baik daripada basa Schiff-

nya saja. Ahamed *et al.* (2014) mensintesis kompleks basa Schiff Cr(III), Co(II), Ni(II) dan Cu(II) dengan ligan 2,5-tiofen dikarboksaldehida-tiosemikarbazon, hasilnya kompleks logam memiliki zona inhibisi lebih tinggi daripada masing-masing ligan dan menunjukkan peningkatan aktivitas antimikroba terhadap bakteri dan jamur. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *chelation* cenderung membuat ligan bertindak lebih kuat dan berpotensi sebagai agen bakterisidal. Begitu juga Jain dan Mishra (2011), uji antimikroba menunjukkan bahwa kompleks logam lebih aktif dibanding dengan ligan basa Schiff terhadap spesies patogen.

Kompleks basa Schiff dengan logam Cu memiliki aktivitas lebih baik daripada logam lain. Seperti Khaidir, *et al.* (2018) mensintesis kompleks basa Schiff dari *o*- vanilin dan *o*-fenilendiamina serta uji aktivitas antikanker. Hasilnya menunjukkan bahwa kompleks basa Schiff dengan logam Cu(II) memiliki aktivitas antikanker lebih tinggi daripada logam Co(II). Mounika, *et al.* (2010) mensintesis senyawa kompleks basa Schiff dengan logam Ni(II), Co(II), Cu(II) dan Zn(II). Uji aktivitas antibakteri yang dilakukan menunjukkan kompleks Cu(II) menunjukkan aktivitas tertinggi terhadap *E. coli* dan aktivitas paling baik terhadap *Aspergillus Niger* dan *Fusarium Oxysporum*. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nair dan Joseyphus (2008), aktivitas antimikroba menunjukkan bahwa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff vaniliden-DL- α -aminobutirat lebih aktif terhadap bakteri gram positif dan gram negatif daripada senyawa kompleks logam lain, yaitu Co(II), Ni(II), dan Zn(II).

Manimohan *et al.* (2020) melakukan beberapa uji biologi terhadap ligan basa Schiff dari kitosan *o*-karboksimetil (1b-OCMCS) dan kompleksnya dengan Co(II), Cu(II), dan Zn(II). Uji antibakteri dan antijamur senyawa kompleksnya

memiliki aktivitas lebih tinggi dan lebih berpotensi sebagai antimikroba dibanding ligan basa Schiff 1b-OCMCS. Sedangkan uji lainnya, seperti uji antidiabet, uji antiinflamasi, dan aktivitas antioksidan, kompleks logam Cu(II) menunjukkan aktivitas paling tinggi diantara logam yang lain. Uji antidiabetik dengan metode penghambatan α -amilosa menunjukkan kompleks Cu(II) memiliki nilai persentase penghambatan sebesar 89.76 ± 2.9 , lebih tinggi dari ligan dan kompleks logam lain. Uji aktivitas inflamasi dengan teknik denaturasi BSA persen inhibisi sebesar 92.13 ± 3.1 . Uji aktivitas antioksidan dengan metode fosfomolibdenum, kompleks Cu(II) menunjukkan sifat aktivitas antioksidan lebih baik dibanding kompleks logam Co(II) dan Zn(II) dengan persentase penghambatan sebesar $95,19 \pm 3,2$. Studi DNA *binding* yang dilakukan juga menunjukkan bahwa kompleks Cu(II) memiliki hasil DNA *binding* lebih baik daripada kompleks logam lain.

Maurya, *et al.* (2003) melakukan sintesis basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan kompleksnya dengan logam Cu(II), Co(II), Mn(II), Ni(II), dan Zn(II) melalui metode reflux selama 4-5 jam dalam larutan etanol pada suhu 80°C . Dengan metode yang sama, Agarwala, *et al.* (1996) mensintesis ligan basa Schiff dari 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol serta kompleks Uranium pada suhu 90°C . Berdasarkan penelitian diatas, metode reflux, yang merupakan metode konvensional, tidak lebih efektif dan efisien dibanding metode sonikasi yang dilakukan oleh Jovianto (2020) yang mensintesis basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina dalam waktu 6-8 menit dengan hasil rendemen sebesar 99,07% serta Hoseyni, *et al.* (2017) yang mensintesis kompleks Co dengan ligan basa Schiff dalam waktu 9 menit.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, metode sonikasi dapat

mengurangi waktu reaksi menjadi beberapa menit saja, meningkatkan hasil rendemen serta sederhana dalam penanganannya. Metode ini juga tidak membutuhkan suhu yang relatif tinggi. Sehingga, pada penelitian ini akan dilakukan sintesis senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol melalui metode sonikasi dengan harapan dapat mempersingkat waktu sintesis meningkatkan hasil rendemen. Karakterisasi yang dilakukan menggunakan instrumen FTIR untuk mengetahui gugus fungsi, spektrofotometer UV-Vis untuk mengetahui pergeseran panjang gelombang ligan dengan senyawa kompleks serta metode variasi kontinyu untuk menentukan jumlah ligan yang terikat pada atom pusat.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini ialah:

1. Bagaimana kestabilan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol?
2. Bagaimana karakteristik produk hasil reaksi pengkompleksan Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan metode sonikasi?

1.3 Tujuan

1. Untuk mengetahui kestabilan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol
2. Untuk mengetahui karakteristik senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan metode sonikasi

1.4 Batasan Masalah

1. Sintesis ini menggunakan metode sonikasi
2. Basa Schiff yang digunakan ialah 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol yang telah disimpan selama ± 1 tahun
3. Logam yang digunakan pada sintesis kompleks ialah Cu(II) dengan garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
4. Karakterisasi senyawa kompleks Cu(II) basa Schiff dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dilakukan dengan menggunakan FTIR, spektrofotometer UV-Vis dan metode variasi kotinyu

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi tentang kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan metode sonikasi yang efektif, tidak membutuhkan waktu lama serta ramah lingkungan. Senyawa yang dihasilkan dapat diteliti lebih lanjut untuk diuji berbagai aktivitas biologinya ataupun sebagai katalis.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

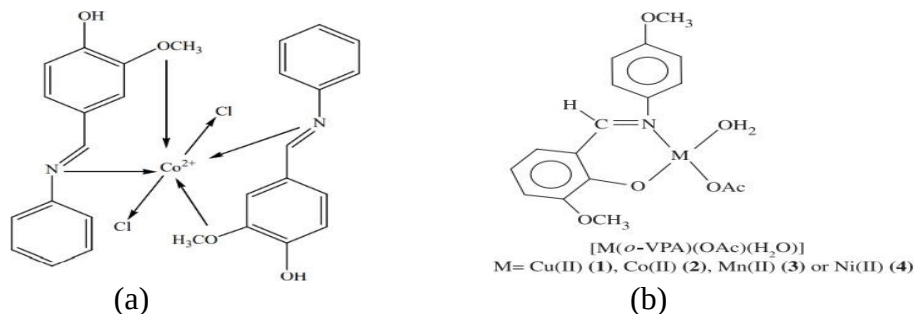
2.1 Senyawa Kompleks

Senyawa kompleks merupakan senyawa yang tersusun dari ion logam sebagai atom pusat dengan satu atau lebih ligan yang menyumbangkan pasangan elektron bebas (Cotton, 1989). Senyawa kompleks juga disebut senyawa koordiansi karena ikatan yang menghubungkan berupa ikatan kovalen koordinasi antara ligan dengan atom pusat. Ikatan koordinasi ini terjadi akibat dari donasi pasangan elektron dari ligan ke dalam orbital kosong ion pusat. Ligan atau gugus pengeliling dapat berupa molekul netral atau ion, sedangkan atom pusat merupakan kation logam (Suhartana, dkk., 2016).

Senyawa kompleks juga merupakan kombinasi asam Lewis dengan basa Lewis. Atom pusat berperan sebagai asam Lewis karena merupakan akseptor elektron. Adapun ligan berperan sebagai basa Lewis karena mendonorkan elektron dalam ikatan antara atom pusat dengan ligan (Agustin, 2017). Berdasarkan Effendy (2013), konsep asam basa Lewis menjadi dasar teori ikatan valensi. Beberapa teori yang dapat menjelaskan pembentukan senyawa kompleks ialah teori ikatan valensi, teori medan kristal dan teori orbital molekul. Kegunaan senyawa koordinasi diantaranya untuk zat warna, obat-obatan, katalis (Bharati *et al.*, 2020), antikorosi (Wei *et al.*, 2020), antikanker (Faghihet *et al.*, 2017), antibakteri dan antijamur (Sahal *et al.*, 2015).

Tufa, *et al.* (2018) telah mensintesis kompleks Co(II) dan Cu(II) basa Schiff dengan ligan basa Schiff dari vanilin-anilin. Maurya *et al.* (2003) juga mensintesis

senyawa kompleks basa Schiff dengan ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil) fenol atau *o*-VPA dengan beberapa logam transisi metode reflux. Dugaan struktur dari kedua penelitian diatas dapat dilihat pada gambar 2.1



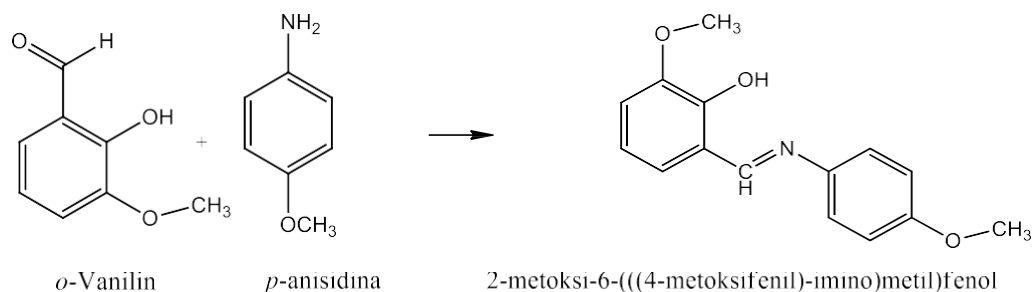
Gambar 2.1 Struktur senyawa kompleks (a) logam Co dengan ligan basa Schiff dari vanilin dan anilina (b) beberapa logam transisi dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil) fenol

2.2 Ligan Basa Schiff 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil)Fenol

Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol merupakan hasil reaksi dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina. *o*-Vanilin merupakan isomer dari senyawa vanilindengan gugus hidroksil berada pada posisi orto, terletak diantara gugus aldehida dan metoksi. Hal ini, menurut Hassan dan Said (2021), menjadikan basa Schiff *o*-vanilin lebih stabil, lebih mudah dan lebih cepat untuk membentuk kelat dengan ion logam.

Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol telah disintesis melalui berbagai metode oleh Jovianto (2020), Hanapi dan Ningsih (2019), Patil, *et al.* (2012), dan Nadhifah (2020). Karakter fisik senyawa ini berupa padatan berwarna kuning kecoklatan dan memiliki titik lebur 87-88⁰C serta larut dalam larutan NaOH. Menurut Madaniyah (2020), adanya gugus fenolat dalam senyawa ini mengakibatkan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

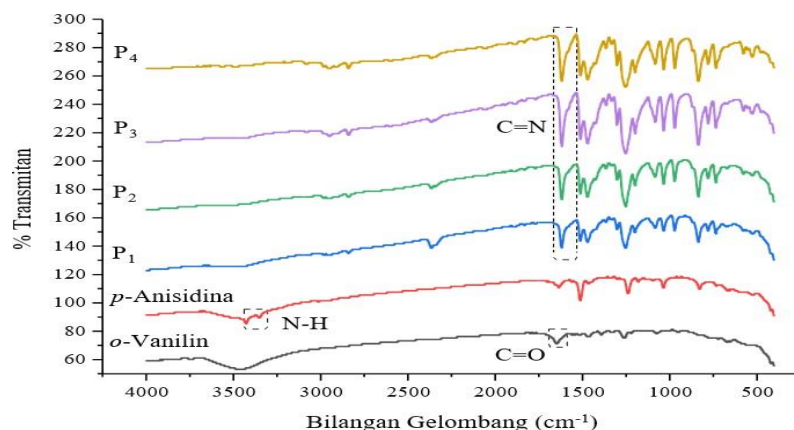
mampu bertindak sebagai antioksidan. Reaksi yang terjadi pada pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol ialah sebagai berikut:



Gambar 2.2 Reaksi pembentukan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol (Madaniyah, 2020)

Adanya atom donor, seperti Nitrogen atau Oksigen, pada ligan basa Schiff memungkinkan ligan ini bertindak sebagai ligan monodentat, bidentate, atau polidentat pada satu atom pusat atau lebih (Khaidir, *et al.* 2018; Bansal dan Dave, 2014).

Adapun hasil karakterisasi FTIR yang dilakukan oleh Jovianto (2020) terlihat pada gambar 2.3. Hasil spektra gugus fungsi imina yang didapat ialah pada bilangan gelombang 1615 cm⁻¹. Pada gambar 2.3 terlihat jelas bahwa spektra reaktan dengan produk hasil sangat berbeda, dimana pada kedua reaktan tidak ditemukan gugus iminan namun terdapat gugus C=O pada *o*-vanilin berada pada bilangan gelombang 1644,210 cm⁻¹ dan gugus amina pada *p*-anisidina pada bilangan gelombang 3445,900 dan 3347,697 cm⁻¹.



Gambar 2.3 Spektra FTIR senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol (Jovianto, 2020)

Serapan lain yang memperkuat berhasilnya sintesis senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol oleh Jovianto (2020) dapat dilihat pada tabel 2.1. Pada tabel 2.1 diketahui bahwa senyawa hasil sintesis mempunyai vibrasi gugus -OH , $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ asimetrik, $\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ simetrik, Overtoon aromatik, gugus C=N , C=C aromatis, C-O-C asimetrik, C-O stretch fenol, dan -CH_2 bend aromatik.

Tabel 2.1 Gugus fungsi dari spektra FTIR produk sintesis *o*-vanilin dan *p*-anisidina (Jovianto, 2020)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm^{-1})			
	P ₁	P ₂	P ₃	P ₄
-OH stretch	3486,106	3488,339	3480,705	3481,504
$\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ asimetrik	2948,451	2945,906	2945,379	2945,847
$\text{C}_{\text{sp}^3}\text{-H}$ simetrik	2836,743	2836,156	2835,830	2836,180
Overtoon aromatik	2054-1767	2054-1767	2053-1766	2053-1765
C=N	1615,850	1615,633	1615,338	1615,383
C=C aromatis	1508,564	1508,524	1508,177	1508,099
C-O-C asimetrik	1298,020	1297,914	1297,914	1297,892
	1032,234	1032,213	1031,703	1031,532
C-O stretch fenol	1249,506	1249,088	1248,851	1248,988
-CH_2 bend aromatik	833,227	833,199	832,904	832,970

Keterangan:

P₁ : Produk sintesis dengan metode refluks

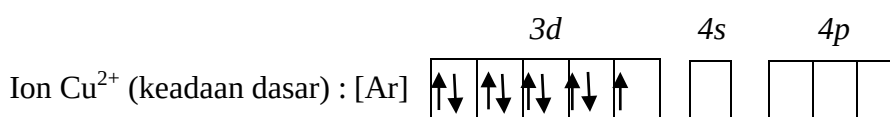
P₂ : Produk sintesis dengan metode penggerusan

P₃ : Produk sintesis dengan metode pelarut air(*stirrer*)

P₄ : Produk sintesis dengan metode sonikasi

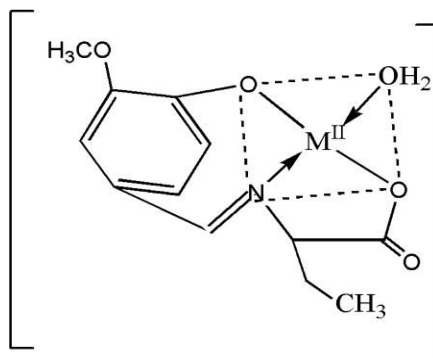
2.3 Logam Cu

Tembaga, Cu, merupakan salah satu logam transisi seri pertama yang terletak pada golongan IB dengan nomor atom 29 sehingga konfigurasi elektronnya ialah $[\text{Ar}]4s^13d^{10}$. Menurut Uhlig *et al.* (1965), Cu(II) dengan bilangan oksida 2^+ merupakan oksida paling stabil untuk kompleksasi. Cu(II) memiliki konfigurasi $3d^9$ dimana terdapat 1 elektron tidak berpasangan. Pada pembentukan senyawa kompleks, pasangan elektron bebas yang dimiliki ligan akan menempati orbital-orbital kosong milik atom pusat yang telah mengalami hibridisasi (Effendy, 2013). Konfigurasi Cu^{2+} dalam keadaan dasar dapat dilihat pada gambar 2.4



Gambar 2.4 Konfigurasi Cu^{2+} dalam keadaan dasar (*ground state*) (Effendy, 2013)

Menurut Sembiring (2017), logam Cu(II) dengan konfigurasi $3d^9$ cenderung mengalami distorsi. Hal yang sama dalam Effendy (2013) mengatakan bahwa distorsi tetragonal atau distorsi Jahn-Teller terjadi pada atom pusat dengan konfigurasi elektron akhir $3d^9$. Akibatnya, senyawa kompleks yang dihasilkan memiliki sistem dengan energi yang lebih rendah dan tingkat degenerasinya berkurang. Umumnya, distorsi Jahn-Teller ini menghasilkan kompleks dengan geometri bujur sangkar seperti pada gambar 2.5



Gambar 2.5 Dugaan struktur kompleks $[\text{Cu}(\text{vanilin-DL-}\alpha\text{-aminobutirat})(\text{H}_2\text{O})]$ dengan geometri bujur sangkar (Nair dan Joseyphus, 2008)

Beberapa senyawa kompleks yang telah disintesis dengan atom pusat Cu ialah $[\text{Cu}(2,4\text{-dibromo-6-}[(2\text{-morfolin-4-iletilimino)metil]]\text{fenol})_2]$ (Xue, *et al.*, 2013), $[\text{Cu}(2\text{-metoksi-6-(2-klorofenilimino)metil}]\text{fenil})_2]$ (Sobola, *et al.*, 2014), $[\text{Cu}(\text{vanilin-DL-}\alpha\text{-aminobutirat})(\text{H}_2\text{O})]$ (Nair dan Joseyphus, 2008), $[\text{Cu}(4\text{-}[(3,5\text{-di-tert-butil-4-hidroksi-fenilimino)-metil]}\text{-benzena-1,2,3-triol})_2]$ dan $[\text{Cu}(4\text{-}[(3,5\text{-di-tert-butil-4- hidroksi-fenilimino)-metil]}\text{-benzena-1,3-diol})_2]$ (Golcu *et al.*, 2004). Kelima senyawa kompleks yang telah disintesis tersebut diketahui memiliki geometri bujur sangkar dengan 4 koordinasi dengan ligan.

2.4 Metode Sonikasi

Metode Sonikasi merupakan salah satu cabang *Green Chemistry* (Mason, 2007; Nagar *et al.*, 2011; Mermer *et al.*, 2019). Metode ini memanfaatkan gelombang ultrasonik dengan frekuensi yang tidak dapat didengar manusia, yakni >20 kHz (Candani, dkk., 2018). Metode ini merupakan metode yang sederhana serta mudah dalam penanganannya dan dapat menghasilkan rendemen tinggi dengan waktu reaksi yang relatif singkat. Metode ini tergolong murah, dapat meminimalisir produk samping, hemat energi dan memiliki dampak lingkungan yang rendah (Mousavi *et al.*, 2018). Menurut Suslick dan Bang (2010), iradiasi

ultrasonik memberi kondisi yang tidak biasa, yang tidak bisa direalisasikan dengan metode biasa atau dengan sumber energi tradisional.

Iradiasi ultrasonik menginduksi perubahan kimia melalui kavitasi akustik. Ketika proses kavitasi, terjadi *bubble collapse* atau ketidakstabilan gelembung, yaitu pecahnya gelembung-gelembung kecil akibat gelombang yang diberikan. Sehingga mengakibatkan peristiwa *hot spot*, yakni pemanasan lokal secara intens pada suhu 5000K, tekanan 1000 bar, laju pemanasan dan pendinginan $>10^{10} \text{ K s}^{-1}$. Kondisi ekstrim ini memungkinkan akses ke berbagai ruang reaksi, yang secara normal tidak dapat dijangkau dengan keadaan biasa (Suslick dan Bang, 2010; Candani, dkk., 2018).

Menurut Suslick dan Bang (2010), ketika suatu cairan diiradiasi oleh gelombang ultrasonik, gelombang akustik yang ekspansif dan kompresif secara bergantian menciptakan gelembung dan membuatnya berosilasi. Gelembung yang berosilasi tersebut dapat mengakumulasi energi ultrasonik secara efektif saat tumbuh menjadi ukuran tertentu. Gelembung yang terbentuk dapat mengalami *overgrow* dan kemudian *collapse*, melepaskan energi terkonsentrasi yang tersimpan dalam gelembung dalam waktu singkat. Ledakan kavitasi ini sangat terlokalisasi dan bersifat sementara.

2.5 Karakterisasi Produk Hasil Sintesis

2.5.1 Analisa Gugus Fungsi dengan FTIR

FTIR atau *Fourier Transform Infra Red* merupakan instrumen yang digunakan untuk mendapatkan informasi struktur suatu molekul organik (Silverstein, dkk., 2005). Prinsipnya didasarkan pada interaksi gelombang elektromagnetik, berupa sinar infra merah, dengan materi yang mengakibatkan

terjadinya penyerapan energi. Absorpsi atau penyerapan sinar inframerah tersebut tidak cukup mampu untuk mengeksitasi elektron namun dapat menimbulkan vibrasi atom dalam molekul (Fessenden *et al.*, 1982). Menurut Inayah (2018) keuntungan menggunakan teknik ini ialah sampel yang dibutuhkan untuk analisis sedikit, non-destruktif dan dapat menganalisa hampir semua bentuk sampel.

Menurut Maurya *et al.* (2003), ligan basa Schiff dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina mengandung 2 atom donor, yaitu atom Nitrogen pada gugus azometin dan atom Oksigen pada gugus fenolat. Gugus azometin pada ligan ini ditunjukkan pada bilangan gelombang 1610 cm^{-1} , sedangkan pada senyawa kompleks dengan atom Cu, ikatan --HC=N-- ini menunjukkan bilangan gelombang lebih rendah 10 cm^{-1} , yaitu 1600 cm^{-1} . Khaidir *et al.* (2018) mensintesis ligan basa schif dari *o*-vanilin dan *m*-fenilendiamina. Ikatan Nitrogen pada gugus azometin ditunjukkan pada 1615 cm^{-1} sedangkan kompleksnya dengan logam Cu bergeser lebih rendah di daerah 1610 cm^{-1} pada kompleks binuklear dan 1605 cm^{-1} pada kompleks tetranuklear. Pada tabel 2.2 dapat dilihat bahwa ketiga senyawa kompleks tersebut menghasilkan serapan di sekitar daerah 500 cm^{-1} dan 400 cm^{-1} untuk ikatan M-N dan M-O berturut-turut. Serapan tersebut menandakan bahwa ikatan antara logam dengan ligan terbentuk.

Tabel 2.2 Serapan IR ligan basa Schiff dengan senyawa kompleks logam Cu

Senyawa	$\nu(\text{C=N})$	$\nu(\text{M-N})$	$\nu(\text{M-O})$	Referensi
SB	1610	-	-	Maurya, <i>et al.</i> (2003)
CuSB	1600	520	400	
SB	1615	-	-	Khaidir, <i>et al.</i> (2018)
Cu ₂ SB	1610	543	447	
Cu ₄ SB	1605	542	444	

Keterangan :

SB : Schiff Base

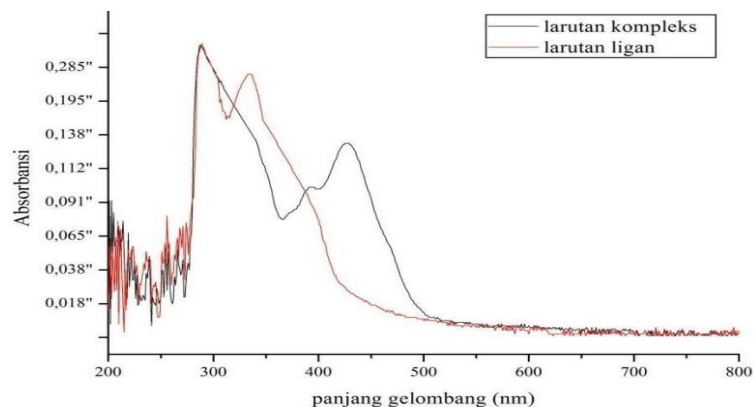
M : Logam (Cu)

2.5.2 Analisa Kualitatif dengan Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometer UV-Vis merupakan sebuah instrumen yang mengukur panjang gelombang dan intensitas sinar UV-Vis yang diabsorpsi oleh sampel. Materi yang diradiasikan gelombang elektromagnetik mengabsorpsi energi dan terjadi transisielektronik dari *ground state* ke *excited state*. Biasanya instrumen ini digunakan untuk molekul dan ion anorganik atau senyawa kompleks dalam larutan, menentukan jenis kromofor, auksokrom dan menganalisis senyawa organik secara kuantitatif dengan hukum Lambert-Beer. Di dalam molekul organik, elektron yang ikut mengalamipenyerapan sinar UV-Vis ialah elektron sigma (δ), elektron phi (π), dan elektron nonbonding (Pavia *et al*, 2009; Dachriyanus, 2004).

Penyerapan sinar UV-Vis terjadi melalui 3 proses, yaitu (Rohman, 2007):

1. Penyerapan oleh transisi elektron ikatan dan anti ikatan yang biasa terjadi pada molekul organik.
2. Penyerapan yang melibatkan elektron *d* dan *f*. Absorpsi oleh elektron-elektron 3d dan 4d terjadi pada logam golongan transisi pertama dan kedua, sedangkan transisielektronik pada orbital 4f dan 5f terjadi pada seri lantanida dan aktanida.
3. Penyerapan karena perpindahan muatan. Biasanya terjadi pada senyawa kompleks dimana terjadi perpindahan elektron dari ligan sebagai donor ke atom pusat sebagai akseptor elektron. Meningkatnya perpindahan elektron, mengakibatkan sejumlah kecil energi radiasi yang dibutuhkan menyerap ke panjang gelombang lebih besar yang menyebabkan efek batokromik.



Gambar 2.6 Hasil spektra UV-Vis kompleks tembaga(II) dengan ligan [N,N'-Bis(salisiliden)-1,2-fenilendiamin] (Agustin, 2017)

Gambar 2.6 menunjukkan adanya perbedaan puncak pada larutan kompleks dengan larutan ligan, dimana terjadi pergeseran ke panjang gelombang lebih besar pada larutan kompleks. Menurut Agustin (2017), larutan kompleks menunjukkan puncak tertinggi pada 427 nm sedangkan larutan ligan pada 335 nm. Adanya pergeseran panjang gelombang ini mengindikasikan bahwa telah terjadi transfer muatan dari ligan ke logam sehingga dikatakan bahwa telah terbentuk senyawa kompleks.

2.6 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)fenol dengan Metode Sonikasi dalam Perspektif Islam

Al-quran telah menyebutkan dengan jelas bahwa tujuan dari penciptaan manusia ialah sebagai khalifah di muka bumi. Sebagaimana firman Allah Swt. dalam QS Al-Baqarah (2):30

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَكَةِ 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, "Aku hendak menjadikan khalifah di bumi." Mereka berkata, "Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?" Dia berfirman, "Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui."”

Dalam surat Hud ayat 61 disebutkan bahwa tugas manusia sebagai khalifah ialah mewujudkan kemakmuran sedangkan dalam surat Al-Maidah ayat 16 ialah keselamatan dan kebahagiaan. Tentunya dalam menjalankan tugas tersebut manusia akan dihadapkan pada berbagai persoalan seperti munculnya penyakit baru, menipisnya sumber daya alam, dll. Maka dari itu, dibutuhkan ilmu pengetahuan dan teknologi sebagai bekal serta kunci dalam menghadapi persoalan tersebut. Sejak jaman khalifah telah banyak ilmuwan yang muncul dan mengembangkan berbagai macam ilmu baik ilmu agama, filsafat, maupun kedokteran serta kimia. Dari sini dapat kita pahami bahwa ilmu pengetahuan dan teknologi dapat memajukan peradaban serta mewujudkan kemakmuran di muka bumi.

Sebagai contoh berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi ialah sintesis senyawa baru dengan metode yang lebih efektif dan efisien. Salah satunya sintesis senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol melalui metode sonikasi. Metode sonikasi merupakan salah satu bentuk perkembangan teknologi dimana teknik ultrasonik dapat memberi banyak keuntungan seperti waktu reaksi yang lebih sedikit, mengurangi limbah dan ramah lingkungan (Cahyanto, 2017). Hal ini juga tertuang dalam Q.S Al-Anbiya (21):80 yang berbunyi:

وَعَلَّمْنَاهُ صَنْعَةَ لَبُوسٍ لَّكُمْ لِيُحْصِنَكُمْ مِنْ بَأْسِكُمْ فَهَلْ أَنْتُمْ شَاكِرُونَ

“Dan telah Kami ajarkan kepada Daud membuat baju besi untuk kamu, guna memelihara kamu dalam peperanganmu; Maka hendaklah kamu bersyukur (kepada Allah).”

Allah telah menyampaikan kepada Nabi Daud mengenai pembuatan baju besi untuk melindungi diri dari peperangan. Hal ini merupakan satu contoh pengembangan teknologi yang telah Allah ajarkan kepada nabi-Nya. Oleh karena itu, penting untuk terus mengembangkan teknologi dan berinovasi guna mempermudah pekerjaan dan aktivitas manusia.

Dalam sebuah hadits yang diriwayatkan oleh Bukhari Muslim bahwasanya terdapat 3 hal yang tidak akan terputus amalnya bahkan ketika sudah meninggal. Salah satunya ialah ilmu yang bermanfaat.

إِذَا مَاتَ الْإِنْسَانُ انْقَطَعَ عَمَلُهُ إِلَّا مِنْ ثَلَاثٍ: صَدَقَةٍ جَارِيَةٍ، أَوْ عِلْمٍ يُنْتَفَعُ بِهِ، أَوْ وَلَدٍ صَالِحٍ يَدْعُو لَهُ

“Jika seorang manusia meninggal, terputuslah amalnya, kecuali dari tiga hal: sedekahjariyah, ilmu yang bermanfaat atau anak shalih yang berdoa untuknya.” (HR. Muslim).

Menurut Hoir (2020), hadits diatas menjelaskan bahwa ilmu yang diamalkan pahalanya tidak akan pernah terputus. Sama halnya dengan penerapan ilmu dalam bidang teknologi seperti pengembangan metode sintesis senyawa kimia, contohnya metode sonikasi, yang lebih mudah dan sederhana. Senyawa kimia yang telah disintesis dapat juga dikaji lebih lanjut manfaatnya baik dibidang kedokteran, farmasi, pendidikan maupun industri. Menurut Sahal, *et al.* (2015), senyawa kompleks basa Schiff, contoh senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff

2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol, dalam obat-obatan dapat memiliki aktivitas lebih tinggi daripada ligan bebasnya saja serta dapat menunjukkan aktivitas biologi seperti antijamur, antibakteri dan antioksidan

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan September-November 2021 di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan pada penelitian ini ialah rak tabung reaksi, seperangkat alat gelas, neraca analitik, desikator, cawan porselen, botol semprot, bola hisap, *Melting Point Apparatus* (MPA), termometer, pipa kapiler, spektrofotometer FTIR VARIAN tipe FT 1000, spektrofotometer UV-Vis Varian Cary 50, dan seperangkat alat sonikasi (sonikator).

3.2.2 Bahan

Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol yang telah disimpan selama ± 1 tahun, NaOH 2M, garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$, aquades, etanol.

3.3 Tahapan Penelitian

Penelitian ini dilakukan melalui tahapan-tahapan sebagai berikut:

1. Uji sifat fisika senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol
2. Uji sifat kimia senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

dengan larutan NaOH 2M.

3. Karakterisasi senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan FTIR
4. Sintesis senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menggunakan metode sonikasi
5. Analisa menggunakan FTIR
6. Analisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis
7. Penentuan jumlah ligan dengan metode variasi kontinyu
8. Analisa data

3.4 Cara Kerja

3.4.1 Karakterisasi Ligan

3.4.1.1 Uji Sifat Fisika Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol diamati warna dan wujudnya. Kemudian diuji titik leleh menggunakan MPA (*Melting Point Apparatus*). Hasil uji sifat fisika tersebut dibandingkan dengan hasil uji awal yang dilakukan Jovianto (2020).

3.4.1.2 Uji Sifat Kimia Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Sebanyak 0,005 g senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dimasukkan dalam 2 tabung reaksi berbeda. Tabung reaksi pertama ditambahkan 10mL aquades, tabung reaksi kedua ditambahkan 10mL larutan NaOH 2M. Masing-masing campuran dikocok dan diamati perubahan yang terjadi.

3.4.1.3 Karakterisasi Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol Menggunakan FTIR

Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dicampur dengan KBr dan digerus menggunakan mortar agate sampai halus dan tercampur. Kemudian dibentuk pelet dan dipres dengan tekanan 80 torr. Pellet yang sudah terbentuk diletakkan dalam *cell holder* pada instrument FTIR. Kemudian spektrum FTIR dibuat pada rentang bilangan gelombang 400-4000 cm^{-1} .

3.4.2 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol (Nikpassand, *et al.* 2013)

Sebanyak 0,19965 g (1 mmol) $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan 0,5146 g (2 mmol) senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol masing-masing dilarutkan dalam 5 mL etanol. Kedua larutan tersebut dicampur dan disonikasi pada amplitudo 40% selama 20 menit. Setelah disonikasi endapan yang dihasilkan disaring dan dikeringkan dalam desikator sampai berat konstan.

3.4.3 Karakterisasi Senyawa Kompleks

3.4.3.1 Karakterisasi Senyawa Kompleks Menggunakan FTIR

Gugus fungsi dalam senyawa kompleks yang terbentuk diidentifikasi menggunakan spektrofotometer FTIR. Senyawa kompleks hasil sintesis dicampurdengan KBr dan digerus menggunakan mortar agate. Kemudian dibentuk pellet dan dipres dengan tekanan 80 torr selama beberapa menit. Pellet yang terbentuk diletakkan dalam *cell holder* dan dianalisa sampai muncul spektra IR.

3.4.3.2 Analisa Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Analisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis diperlukan untuk

mengetahui pergeseran panjang gelombang yang terjadi antara ligan dengan senyawa kompleks hasil sintesis. Senyawa kompleks hasil sintesis dan ligan dilarutkan dalam pelarut etanol. Kemudian larutan tersebut dimasukkan dalam kuvet dan dianalisa dengan rentang 200-800 nm.

3.4.3.3 Penentuan Jumlah Ligan dengan Metode Variasi Kontinu

Sebanyak 0,05 mmol garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol masing-masing dilarutkan dalam etanol dan ditandabatkan sampai volume 50 mL. Kedua larutan tersebut dimasukkan dalam tabung reaksi sesuai perbandingan volume pada Tabel 3.1. Tabung 2-8 disonikasi selama 1 menit kemudian divortex selama 2 menit. Masing-masing larutan diambil 2 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi lain kemudian ditambah 3 mL etanol. Lalu larutan dalam tabung diuji absorbansi pada λ maks kompleks. Hasil absorbansi dimasukkan ke dalam rumus A koreksi dan diplotkan menggunakan excel.

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

Tabel 3.1 Variasi volume garam dan ligan pada metode variasi kontinyu

Tabung	V garam (mL)	V ligan (mL)
1	10	0
2	7	3
3	6	4
4	5	5
5	4	6
6	3	7
7	2	8
8	1	9
9	0	10

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, dilakukan sintesis senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dari *o*-vanilin dan *p*-anisidina melalui metode sonikasi. Basa Schiff yang digunakan merupakan hasil penelitian Jovianto (2020) yang telah disimpan selama ± 1 tahun. Sebelum sintesis dilakukan, ligan basa Schiff di karakterisasi ulang untuk mengetahui kondisi dan kestabilan ligan. Karakterisasi ulang yang dilakukan meliputi uji sifat fisik, uji sifat kimia, serta karakterisasi menggunakan FTIR.

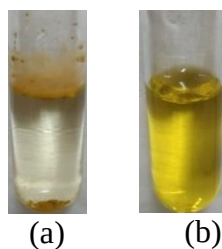
4.1 Karakterisasi Ulang Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino) metil)fenol

Karakterisasi ulang sifat fisik senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dilakukan dengan mengamati warna, wujud serta titik leleh. Hasil karakterisasi ulang sifat fisik dapat dilihat pada Tabel 4.1. Berdasarkan Tabel 4.1, warna senyawa basa Schiff ialah kuning kecoklatan dan wujud berupa padatan, sesuai dengan karakterisasi yang dilakukan oleh Jovianto (2020). Pada karakterisasi ulang uji titik leleh didapatkan titik leleh sebesar 86-87⁰C, sedangkan uji titik leleh oleh Jovianto (2020) sebesar 87,5-88,4⁰C. Perbedaan tersebut dapat disebabkan oleh kondisi alat ataupun faktor lingkungan.

Tabel 4.1 Perbandingan hasil uji sifat fisik

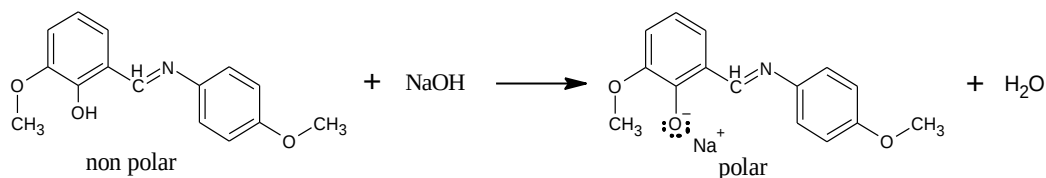
Pengamatan	Karakterisasi ulang	Karakterisasi awal ^a
Warna	Kuning kecoklatan	Kuning kecoklatan
Wujud	Padatan	Padatan
Titik leleh (⁰ C)	86-87	87,5-88,4

^aJovianto (2020)

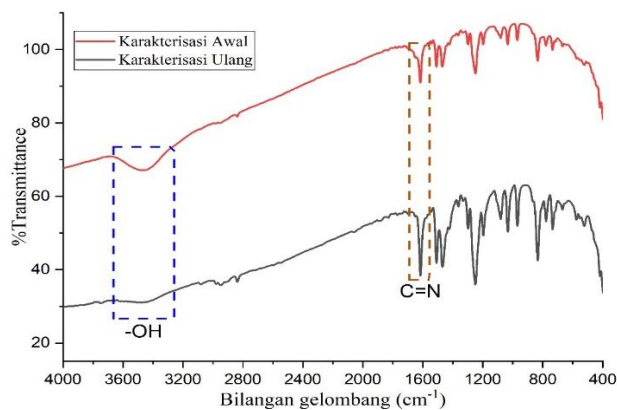


Gambar 4.1 Hasil uji sifat kimia senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil) imino)metil)fenol dengan aquades (a) dan larutan NaOH 2M (b)

Uji sifat kimia dilakukan dengan melarutkan senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol ke dalam larutan NaOH 2M dan aquades. Gambar 4.1(a) menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff tidak larut dalam aquades, ditandai dengan warna larutan yang bening dan masih terdapat padatan. Sedangkan pada Gambar 4.1(b) terlihat larutan berwarna kuning dan tidak ada lagi endapan. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff memiliki gugus fenol yang bereaksi dengan NaOH membentuk garam natrium fenolat yang larut dalam air. Garam natrium fenolat terbentuk berdasarkan asam basa Bronsted-Lowry dimana senyawa basa Schiff bertindak sebagai asam sedangkan NaOH sebagai basa. Persamaan reaksi yang terjadi ditunjukkan pada gambar 4.2.



Gambar 4.2 Persamaan reaksi asam basa Bronsted-Lowry antara senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan NaOH



Gambar 4.3 Perbandingan spektra IR karakterisasi ulang dan karakterisasi oleh Jovianto (2020)

Karakterisasi ulang menggunakan FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan dibandingkan dengan karakterisasi awal yang dilakukan oleh Jovianto (2020). Perbandingan spektra IR hasil karakterisasi ulang dan karakterisasi awal dapat dilihat pada Gambar 4.3 menunjukkan adanya gugus -OH dan gugus imina (C=N). Gugus -OH menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff merupakan senyawa fenolat sedangkan gugus imina (C=N) merupakan ciri khas basa Schiff. Perbandingan serapan IR karakterisasi ulang dan karakterisasi awal dirangkum pada Tabel 4.2

Tabel 4.2 Perbandingan serapan IR karakterisasi ulang dan karakterisasi oleh Jovianto (2020)

Gugus Fungsi	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)		
	Karakterisasi Ulang	Karakterisasi Awal	Referensi
-OH <i>stretch</i>	3479,581	3481,504	3650-3200 ^a
Csp ³ -H asimetrik	2946,993	2945,847	2995-2955 ^b
Csp ³ -H simetrik	2836,440	2836,180	2830-2815 ^c
Overtone aromatik	2056-1649	2053-1765	2000-1667 ^a
C=N	1615,836	1615,383	1616 ^c
C=C aromatis	1508,793	1508,099	1600-1450 ^b
C-O-C asimetrik	1298,102	1297,892	1248 ^c
	1032,664	1031,532	1080 ^c
C-O <i>stretch</i> fenol	1249,335	1248,988	1260-1180 ^b
=CH <i>bend</i> aromatik	833,460	832,970	850-690 ^b

^aPavia, *et al.* (2001), ^bSocrates (1994), ^cNadhifah (2020)

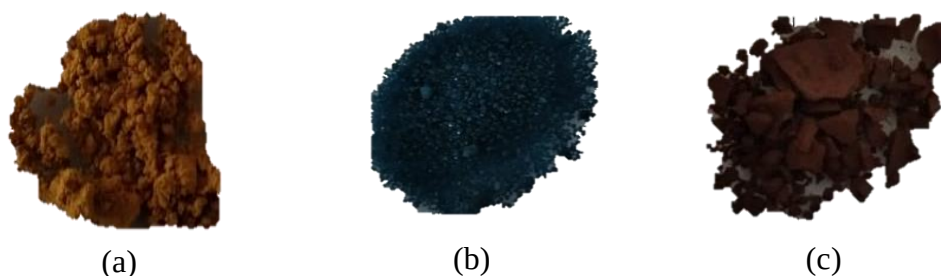
Karakterisasi ulang menggunakan FTIR menunjukkan adanya serapan gugus imina yang tajam dan kuat pada bilangan gelombang 1615 cm⁻¹. Serapan lain yang muncul ialah -OH *stretch* pada bilangan gelombang 3479,581 cm⁻¹ dengan puncak melebar, Csp³-H asimetrik dan Csp³-H simetrik pada bilangan gelombang 2946,993 dan 2836,440 cm⁻¹ dan bilangan gelombang 1249,335 cm⁻¹ yang mengindikasikan adanya gugus C-O *stretch* fenol dengan puncak serapan berintensitas kuat dan tajam. Serapan lain, yaitu pada bilangan gelombang 2056-1649 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya *overtone* aromatik dengan puncak-puncak berintensitas lemah serta bilangan gelombang 1298,102 dan 1032,664 cm⁻¹ yang menunjukkan gugus fungsi C-O-C asimetrik metoksi. Ikatan C=C aromatis benzena ditunjukkan pada bilangan gelombang 1508,093 cm⁻¹ dan ikatan =CH *bend* aromatik ditunjukkan pada bilangan gelombang 833,460 cm⁻¹ dengan puncak serapan berintensitas kuat dan tajam.

Hasil karakterisasi ulang ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol tidak terjadi perbedaan yang signifikan dengan

karakterisasi awal oleh Jovianto (2020). Hal ini memungkinkan bahwa basa Schiff yang telah disimpan selama ± 1 tahun masih dalam kondisi baik dan stabil serta tidak mengalami kerusakan selama penyimpanan. Oleh karena itu, basa Schiff hasil penelitian Jovianto (2020) dapat digunakan sebagai ligan untuk sintesis senyawa kompleks.

4.2 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Sintesis senyawa kompleks Cu(II) dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dilakukan melalui metode sonikasi dengan memanfaatkan efek kavitasi. Adanya efek kavitasi tersebut mengakibatkan *buble collapse* atau pecahnya gelembung sehingga menghasilkan energi yang tidak dapat dijangkau oleh metode konvensional. Manfaat dari metode ini ialah tidak membutuhkan waktu lama, hemat pelarut, dan sederhana dalam penanganannya. Gambar 4.4 menunjukkan perbandingan warna reaktan dan produk.



Gambar 4.4 Perbedaan warna reaktan ligan basa Schiff (a) dan garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ (b) dengan kompleks Cu(II) (c)

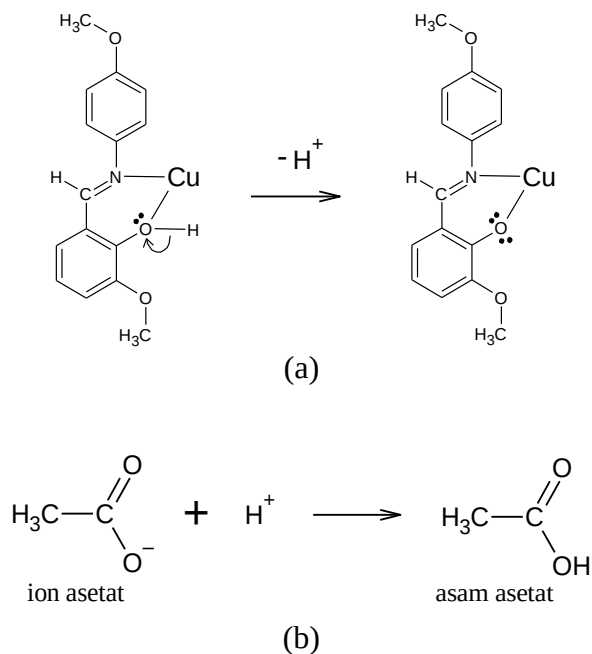
Sintesis senyawa kompleks Cu(II) diawali dengan melarutkan masing-masing 1 mmol garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan 2 mmol ligan basa Schiff ke dalam 5 mL etanol. Proses pelarutan ini menghasilkan warna biru pada larutan garam dan

warna jingga kehitaman pada larutan basa Schiff disertai endapan kuning. Kedua larutan tersebut kemudian dicampur dan menghasilkan warna hitam pekat. Campuran larutan garam dengan basa Schiff disonikasi pada frekuensi 42kHz dan amplitudo 40% selama 20 menit. Perbedaan warna, wujud dan titik leleh produk dan reaktan dapat dilihat pada tabel 4.3.

Tabel 4.3 Perbandingan hasil pengamatan sifat fisik ligan basa Schiff dan senyawa kompleks

Senyawa	Hasil Pengamatan		
	Wujud	Warna	Titik leleh ($^{\circ}\text{C}$)
Garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Padatan	Hijau kebiruan	273
Ligan basa Schiff	Padatan	Kuning kecoklatan	86-87
Kompleks Cu(II)	Padatan	Coklat gelap	>130

Sebelum proses sonikasi, campuran larutan logam dan ligan basa Schiff berbau etanol sesuai dengan pelarut yang digunakan. Namun, setelah proses sonikasi selesai campuran menjadi berbau asam, seperti bau asam asetat. Hal ini dimungkinkan telah terjadi ikatan antara atom pusat Cu dengan atom O pada gugus $-\text{OH}$ menjadi $\text{Cu}-\text{O}$ yang menyebabkan deprotonisasi pada gugus $-\text{OH}$. Proton yang terlepas kemudian bereaksi dengan ion asetat dari garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ membentuk CH_3COOH yang berbau asam. Dugaan pembentukan asam asetat dapat dilihat pada gambar 4.5.



Gambar 4.5 (a) Deprotonasi gugus -OH pada ligan, (b) pembentukan asam asetat

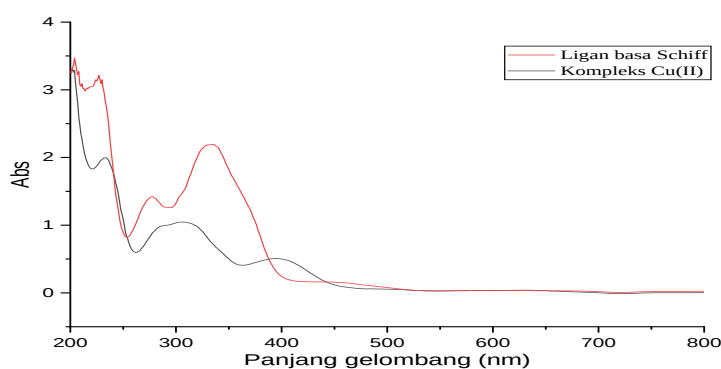
Setelah proses sonikasi, campuran didiamkan selama 1 hari kemudian disaring. Endapan yang didapat dicuci dengan aquades sampai pH aquades untuk menghilangkan asam asetat yang terbentuk. Endapan hasil sintesis berupa padatan berwarna coklat gelap sebesar 0,4665 g. Warna yang sama dihasilkan oleh neelakantan *et al.* (2010) pada senyawa $\text{CuC}_{29}\text{H}_{24}\text{O}_5\text{N}_4\text{S}$ dan Golcu *et al.* (2005) pada senyawa $[\text{Cu}(4-[(3,5\text{-di-tert-butyl-4-hidroksi-fenilimino})\text{-metil}]\text{benzena-1,2,3-triol})_2]$, $[\text{Cu}(3-[(4\text{-bromo-fenilimino})\text{-metil}]\text{-benzena-1,2-diol})_2]$, dan $[\text{Cu}(4-[(3,5\text{-di-tert-butyl-4-hidroksi-fenilimino})\text{-metil}]\text{-benzena-1,3-diol})_2]$. Persen rendemen yang dihasilkan berdasarkan dugaan rumus molekul yang mungkin dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil rendemen berdasarkan dugaan rumus molekul

Rumus Molekul	Massa Molekul (g/mol)	Rendemen (%)
$[\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$	594,06	78,53
$[\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})]$	594,06	78,53
$[\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	612,06	76,22

4.3 Analisa Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Analisa menggunakan spektrofotometer UV-Vis bertujuan untuk mengetahui pergeseran panjang gelombang antara ligan dengan senyawa kompleks. Analisa dilakukan dengan melarutkan senyawa ligan dan kompleks ke dalam etanol kemudian diuji pada rentang panjang gelombang 200-800 nm. Kemudian serapan λ maks yang diperoleh dianalisa jenis transisi elektronik yang terjadi.

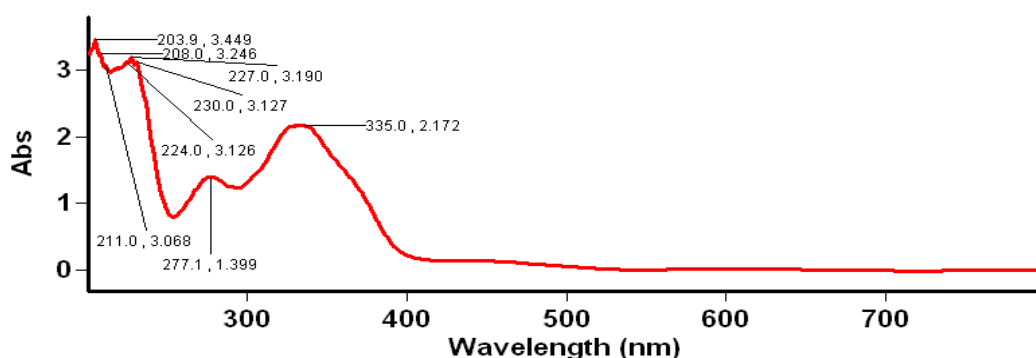


Gambar 4.6 Perbandingan Spektra UV-Vis ligan dengan kompleks Cu(II)

Perbandingan spektra ligan dengan senyawa kompleks dapat dilihat pada Gambar 4.6 yang menunjukkan perbedaan puncak serapan antara ligan dan senyawa kompleks. Serapan λ maks yang muncul pada ligan terlihat mengalami pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih besar pada senyawa kompleks atau disebut pergeseran batokromik. Pergeseran tersebut dikarenakan adanya perpindahan elektron dari ligan ke logam yang menyebabkan sejumlah kecil energi radiasi yang dibutuhkan menyerap ke panjang gelombang lebih besar. Hal ini

mengindikasikan bahwa senyawa kompleks Cu(II) yang disintesis telah terbentuk (Alwathoni, 2011).

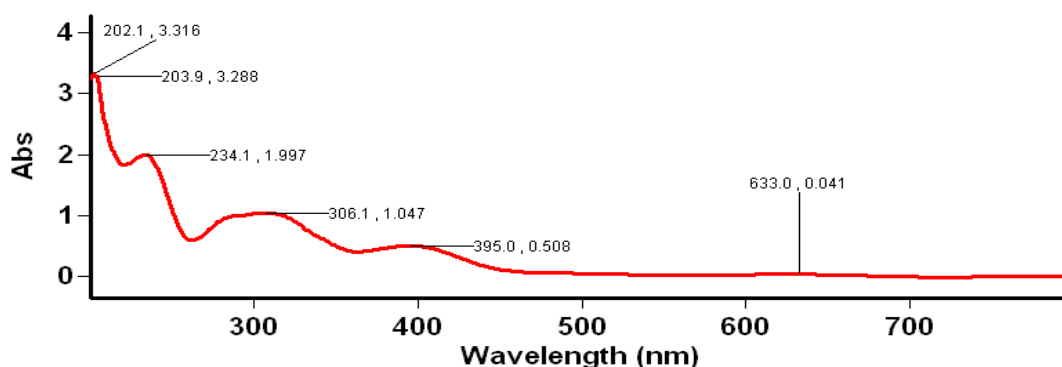
Perbandingan spektra ligan dengan senyawa kompleks dapat dilihat pada Gambar 4.6 yang menunjukkan perbedaan puncak serapan antara ligan dan senyawa kompleks. Serapan λ maks yang muncul pada ligan terlihat mengalami pergeseran ke arah panjang gelombang yang lebih besar pada senyawa kompleks atau disebut pergeseran batokromik. Pergeseran tersebut dikarenakan adanya perpindahan elektron dari ligan ke logam yang menyebabkan sejumlah kecil energi radiasi yang dibutuhkan menyerap ke panjang gelombang lebih besar. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa kompleks Cu(II) yang disintesis telah terbentuk (Alwathoni, 2011).



Gambar 4.7 Hasil spektra UV-Vis ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Berdasarkan Gambar 4.7 terdapat pita serapan pada 277,1 nm dan 335 nm dengan nilai ϵ 17.996,7 dan 27.940,6. Menurut Suhartanti (2017) senyawa yang memiliki ikatan rangkap terkonjugasi yang mengalami eksitasi elektron π - π^* dengan harga ϵ 8000-20.000. Hal ini menunjukkan bahwa serapan pada 277,1 nm dan 335 nm pada hasil spektra UV-Vis ligan basa Schiff merupakan transisi π - π^*

dari 2 cincin benzena dari basa Schiff. Transisi $\pi-\pi^*$ lain yang muncul ialah pada λ 230 nm.



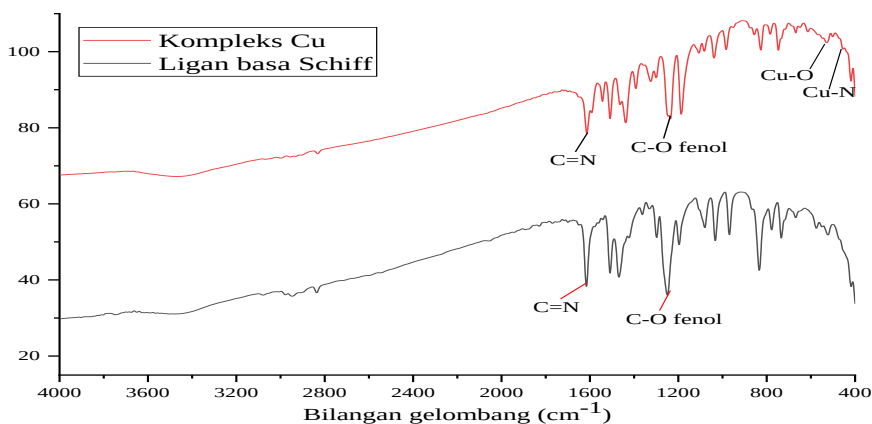
Gambar 4.8 Hasil spektra UV-Vis senyawa kompleks Cu(II)

Hasil spektra UV-Vis senyawa kompleks Cu(II) pada Gambar 4.8 menunjukkan perbedaan dengan spektra UV-Vis ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)-fenol. Serapan 230 nm pada ligan mengalami pergeseran batokromik menjadi 234 nm. kemudian terdapat puncak baru pada λ 306,1 dan 395 nm. Serapan lain yang muncul ialah transisi d-d pada panjang gelombang 633 nm ditandai dengan intensitas pita serapan yang lemah. Menurut Mudasir (2001) biasanya untuk senyawa kompleks transisi d-d teramati pada daerah tampak dengan intensitas lemah. Hal ini sesuai dengan Sarker (2010) bahwa senyawa kompleks $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{SetaaiNMe})(\text{NCS})_2]$ dan $[\text{Cu}^{\text{I}}(\text{SetaaiNMe})(\text{NCS})]_n$ muncul serapan lemah pada λ 710-740 nm yang merupakan transisi d-d.

4.4 Karakterisasi FTIR Senyawa Kompleks Cu(II)-2-metoksi-6-(((4-metoksi) imino)metil)fenol

Karakterisasi FTIR pada senyawa kompleks Cu(II) digunakan untuk mengetahui gugus fungsi dan ikatan baru yang terbentuk antara ligan dan atom

pusat (Farda, 2016). Spektra IR pada kompleks dibandingkan dengan spektra IR ligan seperti pada Gambar 4.9.



Gambar 4.9 Perbandingan spektra IR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II)

Pada spektra kompleks muncul puncak melebar pada bilangan gelombang 3469 cm^{-1} yang menunjukkan adanya serapan gugus -OH . Menurut Nair dan Joseyphus (2008) bilangan gelombang 3439 cm^{-1} menunjukkan adanya molekul H_2O yang terikat dengan atom pusat. Sedangkan menurut Khaidir, *et al.* (2018) dan Mounika *et al.* (2010), serapan -OH pada $3200\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ dan $3354\text{-}3423\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya molekul H_2O yang terkoordinasi dengan senyawa kompleks. Serapan gugus imina mengalami pergeseran dari 1615 cm^{-1} menjadi 1613 cm^{-1} , sedangkan pada C-O fenol bergeser dari 1249 menjadi 1235 cm^{-1} . Hal ini mengindikasikan adanya koordinasi antara atom pusat dengan atom N pada gugus imina dan atom O pada gugus fenol.

Data perbandingan hasil spektra IR ligan dan kompleks dapat dilihat pada Tabel 4.6. Berdasarkan hasil data tersebut, dapat dianalisis bahwa terdapat puncak baru yang muncul pada bilangan gelombang 455 dan 529 cm^{-1} . Kedua puncak tersebut mengindikasikan adanya vibrasi logam dengan ligan, dimana 455 cm^{-1}

merupakan ikatan Cu-N dan 529 cm^{-1} merupakan ikatan Cu-O. Hasil karakterisasi ini sesuai dengan Maurya, *et al.* (2003) bahwa puncak baru yang muncul pada daerah 530 dan 460 cm^{-1} merupakan ikatan Cu-O dan Cu-N dengan intensitas serapan yang lemah.

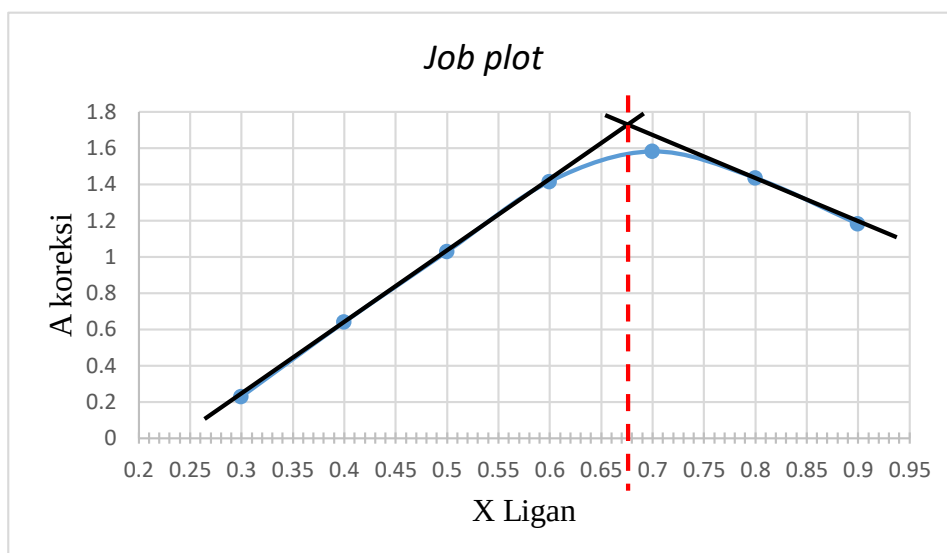
Tabel 4.5 Perbandingan hasil spektra IR ligan basa Schiff dengan kompleks Cu(II)

Gugus	Bilangan gelombang (cm^{-1})		
	Basa Schiff	Kompleks Cu (II)	Referensi
-OH	3479	3469	3200-3650 ^a
C _{sp3} -H asimetrik	2946	2955	2995-2955 ^c
C _{sp3} -H simetrik	2836	2831	2830-2815 ^c
C _{sp2} -H <i>stretch</i>	3078	3070	3079-3070 ^e
Overtone aromatik	2056-1649	1874-1683	2000-1667 ^a
C=N	1615	1613	1616 ^e
C=C aromatik	1508	1508	1509-1508 ^e
C _{sp3} -H <i>bend</i>	1468	1438	1450 ^a
C-N	1196	1186	1250-1020 ^b
C-O-C	1298	1300	1310-1020 ^c
	1032	1038	
C-O <i>stretch</i> f enol	1249	1235	1260-1180 ^c
C _{sp2} -H _{aromatik}	833	826	900-690 ^a
Cu-O	-	529	530 ^d
Cu-N	-	455	460 ^d

Referensi: ^aPavia, *et al* (2001), ^bSilverstein, dkk. (2005), ^cSocrates (1994), ^dMaurya, *et al* (2003), ^eNadhifah (2020)

4.5 Penentuan Jumlah Logam dan Ligan Menggunakan Metode Variasi Kontinyu

Metode variasi kontinyu, atau dikenal dengan *Job plot*, ditemukan oleh Paul Job pada tahun 1982. Pada metode ini, total konsentrasi molar ligan dan garam dibuat konstan, tetapi fraksi molnya bervariasi. Parameter terukur yang sebanding dengan pembentukan kompleks diplot terhadap fraksi mol dari dua komponen tersebut (Huang, 1982). Hasil dari metode variasi kontinyu yang telah dilakukan ditunjukkan pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Grafik hasil metode variasi kontinyu

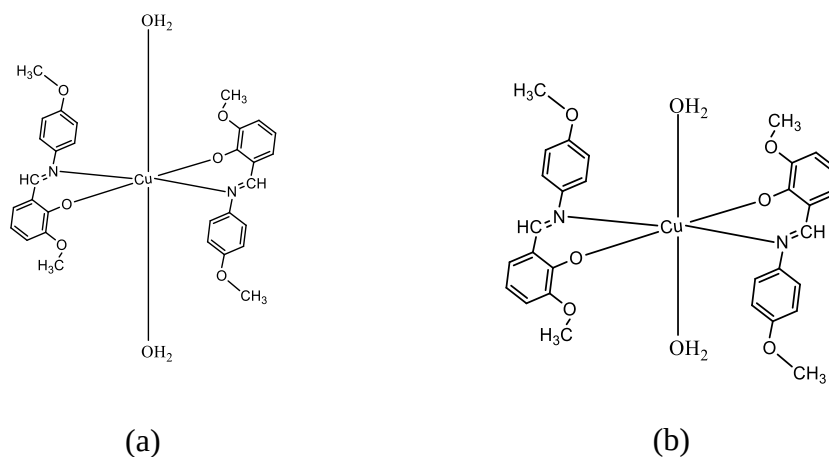
Gambar 4.10 merupakan hasil plot fraksi mol ligan terhadap A koreksi. Grafik tersebut ditarik garis dari kiri dan kanan puncak kemudian pertemuan kedua garis singgung ditarik titik potong ke sumbu X. Pada sumbu X didapatkan nilai fraksi mol ligan sebesar 0,675. Dengan nilai fraksi mol mol ligan 0,675 maka didapatkan nilai fraksi mol logam sebesar 0,325. Hal ini menunjukkan bahwa perbandingan mol antara logam Cu dengan ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol ialah 1:2 dimana 1 mol logam dapat mengikat 2 mol ligan.

4.6 Dugaan Struktur Senyawa Kompleks

Berdasarkan hasil karakterisasi yang telah dilakukan, logam Cu(II) pada senyawa kompleks dapat mengikat 2 ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol. Ligan basa Schiff mendonorkan elektron ke atom pusat melalui PEB atom N pada gugus imina dan atom O pada gugus fenol.

Sehingga dapat diketahui ligan tersebut merupakan ligan bidentat.

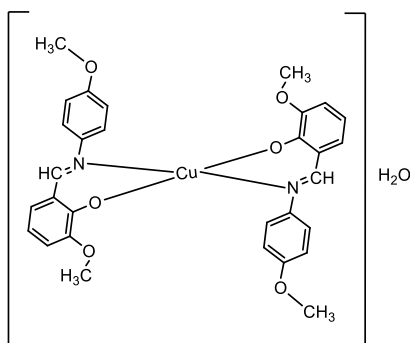
Kompleks Cu(II) umumnya membentuk geometri *square planar*, *square pyramid* dan oktahedral terdistorsi (Cotton and Wilkinson, 1988). Menurut Effendy (2013), Tembaga (II) dengan konfigurasi elektron akhir $3d^9$ cenderung mengalami distorsi tetragonal atau distorsi Jahn-Teller untuk menghasilkan sistem dengan energi yang lebih rendah. Pada distorsi tetragonal, senyawa dapat mengalami distorsi ke dalam (*z-in*) atau ke luar (*z-out*) seperti yang terlihat pada Gambar 4.11. Dugaan struktur pada Gambar 4.11 sesuai dengan Tufa *et al.* (2018) dimana 1 atom Cu mengikat 2 ligan basa Schiff vanilin-anilina dan 2 ion asetat. Begitu pula Mounika *et al.* (2010) yang mensintesis kompleks Cu(II) dengan ligan ETSAN, dimana atom pusat mengikat ligan tridentat dan 3 molekul H_2O .



Gambar 4.11 Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri oktahedral terdistorsi yang mengalami *z-out* (a), dan *z-in* (b)

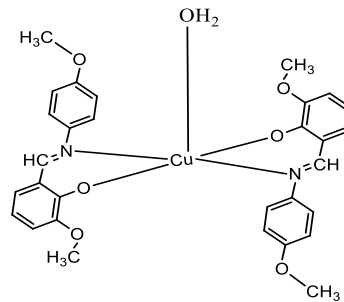
Kompleks bujur sangkar atau *square planar* dapat terjadi pada distorsi tetragonal ketika 2 ligan pada sumbu *z* menjauhi atom pusat pada jarak tak terhingga (Effendy, 2013). Penelitian yang telah dilakukan Maurya, *et al.* (2003), kompleks

Cu(II) dengan 1 ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol menghasilkan geometri *square planar*. Geometri yang sama diperoleh Sobola *et al.* (2014) pada senyawa $[\text{Cu}(\text{ovan.NH})_2]\cdot\text{H}_2\text{O}$ dengan ligan bidentat. Gambar 4.12 menunjukkan dugaan struktur dengan geometri bujur sangkar.



Gambar 4.12 Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri bujur sangkar

Dugaan lain yang mungkin terjadi ialah *square pyramid* atau piramida alas bujur sangkar. Menurut Effendy (2013), atom-atom donor pada pada ligan terbagi menjadi 2 kategori yaitu atom donor dasar yang berjumlah 4 buah membentuk bujur sangkar, dan atom donor puncak berjumlah 1 buah. Pada geometri ini, atom pusat terletak pada pusat bujur sangkar. Beberapa penelitian yang berhasil mensintesis kompleks Cu(II) dengan geometri ini ialah Qiao (2011) dengan rumus molekul $[\text{Cu}^{\text{II}}(\text{N-2-piridilmetilidin-2-hidroksi-5-klorofenilamin})(\text{CH}_3\text{COO})(\text{H}_2\text{O})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan Ma (2012) dengan rumus molekul $[\text{Cu}^{\text{II}}(5\text{-Cl-pap})(\text{OAc})(\text{H}_2\text{O})]\cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dugaan struktur dengan geometri *square pyramid* ditunjukkan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Dugaan struktur senyawa hasil sintesis dengan geometri *square pyramid*

4.7 Manfaat Senyawa Kompleks Cu(II) dalam Perspektif Islam

Tembaga bersifat biokompatibel dan kurang beracun dibandingkan logam berat non-endogen. Sifat ini menjadikan kompleks Cu menarik untuk pengobatan kanker karena bioavalibilitas dan peningkatan kadar tembaga dalam jaringan kanker. Maka dari itu, kompleks Cu dianggap sebagai salah satu alternatif yang paling menjanjikan sebagai antikanker (Li, *et al.*, 2019). Allah Swt. berfirman dalam surat Asy-syuara ayat 80:

وَإِذَا مَرِضْتُ فَهُوَ يَشْفِينِ

“Dan apabila aku sakit, Dialah yang menyembuhkan aku”

Ayat diatas menjelaskan bahwa hanya kuasa Allah Swt. yang dapat menyembuhkan manusia dari sakit. Namun demikian, manusia sebagai insan *ulul albab* wajib melakukan ikhtiar dalam memperoleh kesembuhan. Melalui ilmu pengetahuan, manusia dapat mencari, meneliti dan menciptakan obat-obatan demi kemaslahatan umat. Dalam hadits Nabi SAW. disebutkan:

عَنْ جَابِرٍ عَنْ رَسُولِ اللَّهِ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ أَنَّهُ قَالَ لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ فَإِذَا أُصِيبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ اللَّهِ عَزَّ وَجَلَّ

Dari Jabir dari Rasulullah SAW, beliau bersabda: “*Setiap penyakit ada obatnya. Apabila ditemukan obat yang tepat untuk suatu penyakit, maka akan sembuhlah penyakit tu dengan izin Alah Azza Wa jalla*” (HR. Muslim no. 4084)

Sintesis senyawa kompleks Cu(II)-2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)-metil)fenol merupakan salah satu bentuk implementasi hadits diatas dan upaya dalam mencari serta menemukan obat yang sesuai untuk penyakit kanker atau penyakit lainnya. Hal ini merujuk pada arti *apabila telah ditemukan obat yang sesuai untuk suatu penyakit, maka orang yang menderita penyakit tersebut akan sembuh atas izin Allah*. Seperti yang dilaporkan oleh Zuo, *et al.* (2013) bahwa kompleks Cu^{II}-basa Schiff asam amino dapat menghambat aktivitas sel kanker payudara (MDA-MB-231 dan MCF-7) dan sel kanker prostat (PC-3). Begitu pula Zhang *et al.* (2014), kompleks Cu-basa Schiff L-Ornitin menghasilkan aktivitas penghambatan pada sel kanker payudara yang sama dan sel kanker prostat LNCaP. Berdasarkan hasil penelitian tersebut, kompleks Cu berpotensi untuk dikembangkan menjadi obat antikanker baru.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Hasil karakterisasi ulang pada senyawa basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol mirip dengan karakterisasi awal yang dilakukan oleh Jovianto (2020). Hal ini menunjukkan bahwa senyawa basa Schiff masih dalam keadaan baik dan stabil.
2. Sintesis senyawa kompleks Cu(II)-2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol melalui metode sonikasi menghasilkan padatan coklat gelap sebesar 0,4665 g.
3. Perbandingan hasil karakterisasi FTIR ligan dengan kompleks menunjukkan adanya pergeseran pada gugus imina dari 1615 menjadi 1613 cm^{-1} dan gugus C-O fenol pada 1249 menjadi 1235 cm^{-1} . Hal ini menandakan bahwa atom pusat Cu berikatan dengan atom N pada gugus imina dan atom O pada gugus fenol.
4. Hasil analisa kualitatif menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran batokromik dan munculnya transisi d-d. Hal ini menandakan bahwa senyawa kompleks telah terbentuk.
5. Melalui metode variasi kontinyu, dapat diketahui perbandingan logam dengan ligan ialah 1:2. Satu atom pusat Cu mengikat 2 ligan basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan uji aktivitas antimikroba, antikanker dll. untuk mengetahui perbandingan aktivitas ligan dengan senyawa kompleks.
2. Perlu dilakukan karakterisasi lebih lanjut menggunakan XRD, *elemental analyzer*, serta TGA

DAFTAR PUSTAKA

- Agarwala, B.V., Singh, K., and Naganagowda, G A. 1996. Synthesis and Characterization of dioxouranium (VI) complexes of Schiff Base Derived from Isatin, Isovanillin and o-Vanillin. *Indian Journal of Chemistry*. Vol. 35A. 66-68
- Aghayan, M.M., Ghassemzadeh, M., Hoseini, M., and Bolourtchian, M. 2003. Microwave-Assisted Synthesis of the Tetradentate Schiff-Bases Under Solvent-Free and Catalyst-Free Condition. *Synthetic Communications*. 33:4, 521-525
- Agustin, I.S. 2017. Sintesis dan Uji Toksisitas Kompleks Tembaga (II) dengan Ligan [N,N'- bis(salisiden)-1,2-Fenilendiamin]. *Skripsi*. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam ITS Surabaya
- Ahamed, MFA., and jayakumar V. 2014. Microwave Synthesis and Antimicrobial Activity of Novel Metal-Complexes with Schiff Base 2,5-Thiophene Dicarboxaldehyde-Thiosemicarbazone. *Sch. Acad. J. Pharm.* 3(5):406-410
- Ali, S. M. M., Jesmin, M., Azad, M. A. K., Islam, M. K., and Zahan, R. (2012). Antiinflammatory and analgesic activities of acetophenon semicarbazone and benzophenon semicarbazone. *Asian Pasific Journal of Tropical Biomedicine ELSEVIER*, S1036
- Alwathoni, M. (2011). Kompleks Kobalt(II) Piridin-2,6-Dikarboksilat: Sintesis, Karakterisasi dan Uji Toksisitas. Tesis, ITS, Surabaya
- Ashraf, M.A., Mahmoud K., and Wajid A. 2011. *Synthesis Characterization and Biological Activity of Schiff Bases*. IPCBEE, 10:1-7
- Bansal N. dan Dave S. 2014. MICROWAVE ASSISTED SYNTHESIS OF SCHIFF BASES COMPLEXES VIA ECO - FRIENDLY GREENER METHODOLOGY. *International Journal of Basic and Applied Chemical Sciences*. Vol. 4 (1)
- Bhai, D., Girija, C. R., and Reddy, R. 2014. Green synthesis of Novel Schiff Bases Derived from 2,6 Diamoni Pyridine Characterization and Biological Activity, *Journal of Advances in Chemistry*, 10(5): 2705-2710
- Bharathi, M., Indira, S. , Vinoth, G., Mahalakshmi, T., Induja, E. dan Bharathi K.S. 2020. Green synthesis of benzimidazole derivatives under ultrasound irradiation using Cu-Schiff base complexes embedded over MCM-41 as efficient and reusable catalysts. *Journal of Coordination Chemist*
- Cahyana H and Pratiwi P. Sintesis Ramah Lingkungan Senyawa Imina Turunan

- Vanilin dan 2-Hidroksi Asetofenon Serta Uji Aktivitas Biologi dan Antioksidan. *Original Article*. 2015, 1, 47-58.
- Cahyanto, Ferdian D. 2017. Sintesis Turunan Sitronelal dari Minyak Jeruk Purut dengan Senyawa Amina Menggunakan Ultrasonik dan Microwave serta Uji Aktivitas Antibakteri. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya
- Candani, dkk. 2018. *A Review Pemanfaatan Teknologi Sonikasi*.
- Chaluvaraju dan Zaranappa. 2011. Synthesis and Biological Evaluation of Some Isatin Derivatives for Antimicrobial Properties. *Research Journal of PharmatChemical*
- Coates, J. 2000. Interpretation on Infrared Spectra, a Practical Approach. *Encyclopedia of Analytical Chemistry*, 12: 10815-10837
- Cotton, F. A., Wilkinson. G. 1984. *Kimia Anorganik Dasar*, (terjemahan). Jakarta: UIPress
- Dachriyanus. 2004. *Analisis Struktur Senyawa Organik Secara Spektroskopi*. Padang: Andalas University Press
- Effendy. 2013. *Perspektif Baru: Kimia Koordinasi Jilid 1 Edisi 2*. Malang: Indonesian Academic Publishing
- Elzahany, E.A. (2008). Synthesis, Characterization, and Biological Activity of Some Transition Metal Complexes with Schiff Bases Derived From 2-Formylindole, Salicylaldehyde, and N-amino Rhodanine. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 2(2): 210-220
- Farda, Elok. Sintesis, Karakterisasi dan Uji Bioaktivitas Kompleks dari Ion Logan Cu(II) dengan Ligan 2,6-Bis(4-Nitrobenzamido)Piridin. *Tesis*, ITS, Surabaya
- Faghih, Z., Neshat A., Wojtczak A., Faghih Z., Z. Mohammadi, and S. Varestan. 2017. Palladium (II) complexes based on Schiff base ligands derived from ortho- vanillin; synthesis, characterization and cytotoxic studies, *Inorganica Chimica Acta*
- Febriany, E. 2014. Sintesis Basa Schiff dari Hasil Kondensasi Etilendiamin dan Anilina dengan Senyawa Aldehida Hasil Ozonolisis Metil Oleat serta Pemanfaatannya Sebagai Inhibitor Korosi pada Logam Seng. (Skripsi). Universitas Sumatra Utara. Medan
- Fessenden, R.J. dan Fessenden, J.S. 1982. *Kimia Organik Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Erlangga
- Golcu, A., Tumer, M., Demirelli, H., and Wheatley, R.A. 2005. Cd(II) and Cu(II)

- complexes of polydentate Schiff base ligands: synthesis, characterization, properties and biological activity. *Inorganica Chimica Acta* 358 1785–1797
- Hanapi, A. dan R. Ningsih. 2019. Green Synthesis, Karakterisasi dan Aktivitas Antikorosi Senyawa Turunan Imina dari *o*-Vanilin. Malang: *Laporan Penelitian*. Jurusan Kimia Fakultas Saintek UIN Malang
- Hassan, A.M, and Said, A.O. 2021. Importance of the Applicability of O-Vanillin Schiff Base Complexes: Review. *Adv. J. Chem. A*, 4(2), 87-103
- Huang, Charles Y. 1982. Determination of Binding Stoichiometry by The Continous Variation Method: The Job Plot. *Method in Enzymology*. Academic Press, Inc
- Hoir, Bayumi N. 2020. *Sains dan Teknologi Perspektif Hadis*. Fakultas Ushuluddin dan Adab UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten
- Hoseyni, S.J., ,Manoocheri, M., and Asli, M.D. 2017. Synthesis of Cobalt nanoparticles by Complex Demolition Method Using the Reaction between Organic Ligand Schiff base and Cobalt Chloride by Ultrasonication. *Bulletin de la Société royale des Sciences de Liège*, Vol. 86, special issue. p. 325 – 331
- 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 Islam NegeriMaulana Malik Ibrahim Malang
- Khaidir, S.S., Bahron, H., Tajuddin, A.M., Ramasay, K., and Lim, S.M. 2018. High Nuclearity Cu(II) and Co(II) complexes of Schiff Base Derived from *o*-vanillin with substituted *m*-phenylenediamine. *International Journal of Engineering &Technology*. 72-76
- Li, Dong-Dong, *et al.* 2019. Novel Copper Complexes That Inhibit the Proteasome and Trigger Apoptosis in Triple-Negative Breast Cancer Cells. *ACS Med. Chem. Lett.* 10, 1328–1335
- Liu, *et al.* 2006. Synthesis and Characterization of Metal Complexes of Cu(II), Ni(II), Zn(II), Co(II), Mn(II), and Cd(II) with Tetradentate Schiff Base. *Turk J Chem.*30:41-48
- Madaniyah, L. 2020. Uji Aktivitas Antioksidan pada Senyawa 2-metoksi-4-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan Metode DPPH. *Skripsi*: Jurusan KimiaFakultas Sains dan Teknologi Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Manimohan, M., Paulpandiyar, R., Pugalmani., and Sithique, M.A. 2020. Biologicallyactive Co (II), Cu (II), Zn (II) centered water soluble novel

isoniazid grafted O-carboxymethyl chitosan Schiff base ligand metal complexes: Synthesis, spectral characterisation and DNA nuclease activity. *International Journal of Biological Macromolecules*. 163: 801–816

- Mason, Timothy J. 2007. Sonochemistry and the environment – Providing a “green” link between chemistry, physics and engineering. *Ultrasonics Sonochemistry*. 14: 476–483
- Maurya, R. C., Patel, P. and Rajput, S. 2003. Synthesis and Characterization of N-(o-Vanillinidene)-p-anisidine and N,N'-bis(o-Vanillinidene)ethylenediamine and Their Metal Complexes. *Synthesis and Reactivity in Inorganic and Metal-Organic Chemistry*. 33:5, 817-836
- Mermer, A., N. Demirbas, H. Uslu, A. Demirbas., S. Ceylan and Y. Sirin. 2019. Synthesis of novel Schiff bases using green chemistry techniques; antimicrobial, antioxidant, antiurease activity screening and molecular docking studies. *Journal of Molecular Structure*. 1181: 412-422
- Mishra, A.P., dan Jain, R.K. 2011. Conventional and microwave synthesis, spectral, thermal and antimicrobial studies of some transition metal complexes containing 2-amino-5-methylthiazole moiety. *Journal of Saudi Chemical Society*
- Mounika, K., Anupama, B., Pragathi, J., and 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. *J. Sci. Res.* 2 (3), 513-524
- Mousavi, S.A., M. Montazeri, A. Masoudiasl, G. Mahmoudi, J.M. White. 2018. Sonication-assisted synthesis of a new cationic zinc nitrate complex with a tetradentate Schiff base ligand: Crystal structure, Hirshfeld surface analysis and investigation of different parameters influence on morphological properties. *Ultrasonics – Sonochemistry*. 46: 26-35
- 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 Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang*
- Nagar, AA, Patel PR, Dhobi A, Bendale AR, Chug NN. 2011. An innovative approach the sonochemical solvent-free synthesis of Schiff base. *Asian. J. Cur. Chem.* 1(2):1-5.
- Nair, M.S., dan Joseyphus, R.S. 2008. Synthesis and characterization of Co(II), Ni(II), Cu(II) and Zn(II) complexes of tridentate Schiff base derived from vanillin and dl-aminobutyric acid. *Spectrochimica Acta Part A* 70. 749–753

- Neelakantan, M. A., M. Esakkiammal, S. S. Mariappan, J. Dharmaraja, T. Jeyakumar. 2010. Synthesis, Characterization and Biocidal Activities of Some Schiff Base Metal Complexes. *Indian Journal of Pharmaceutical Sciences*
- Nikpassand, M., L. Z. Fekri, and S. Sharafi. 2013. An Efficient and Green Synthesis of Novel Azo Schiff Base and its Complex Under Ultrasound Irradiation. *Oriental Journal of Chemistry*. Vol. 29, No. (3): Pg. 1041-1046
- Patil, *et al.* 2012. Schiff Base: A Review on Biological Insights. *International Journal of Drugs Design and Discovery*, 3: 851:868
- Pavia, *et al.* 2009. *Introduction to Spectroscopy Fourth Edition*. BROOKSCOLE/CENGAGE Learning
- Qiao, Xin, *et al.* 2011. Study on Potential Antitumor Mechanism of a Novel Schiff Base Copper(II) Complex: Synthesis, Crystal Structure, DNA Binding, Cytotoxicity and Apoptosis Induction Activity. *Journal of Inorganic Biochemistry*. 105 (2011) 728–737
- Rohman. 2007. *Kimia Farmasi Analisis*. Yogyakarta: Pustaka Pelajar
- Ronggopuro, B. 2019. Green Synthesis Senyawa basa Schiff dari Vanilin dan *p*-Aminofenol Menggunakan Metode Penggerusan dalam Media Air Sebagai Inhibitor Korosi. *Skripsi*. Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- Sahal, H., Kaya, M., dan Kara, N. 2015. Synthesis, Physico-Chemical Characterization, Antibacterial, and Antifungal Activities Studies of a New Schiff Base Ligand and its Transition Metal Complexes. *J.Chem.Soc.Pak.*, Vol. 37, No. 02
- Saranya, J., and Lakshmi, S. S. (2015). In vitro antioxidant, antimicrobial and larvicidal studies of schiff base transition metal complexes. *Journal Chemical and Pharmaceutical Research (JCPR)*. 7 (4), 180-181
- Sarker, K.K., S. Saha Halder, D. Banerjee, T.K. Mondal, A.R. Paital, P.K. Nanda, P. Raghavaiah, C. Sinha. 2010. Copper–thioarylazoimidazole Complexes: Structures, Photochromism and Redox Interconversion Between Cu(II) and Cu(I) and Correlation with DFT Calculation. *Inorganica Chimica Acta*. 363 (2010) 2955–2964
- Sembiring, Z. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Struktur Senyawa Kompleks Cu(II) dan Mn(II) dengan Basa Schiff Turunan Aldehida sebagai Indikator. *Laporan Penelitian*: Fakultas MIPA Univ. Lampung
- Sharma, K., Singh, R., Fahmi, N., and Singh, R.V. 2010. Microwave assisted

synthesis, characterization and biological evaluation of palladium and platinum complexes with azomethines. *Spectrochimica Acta Part A* 75 422–427

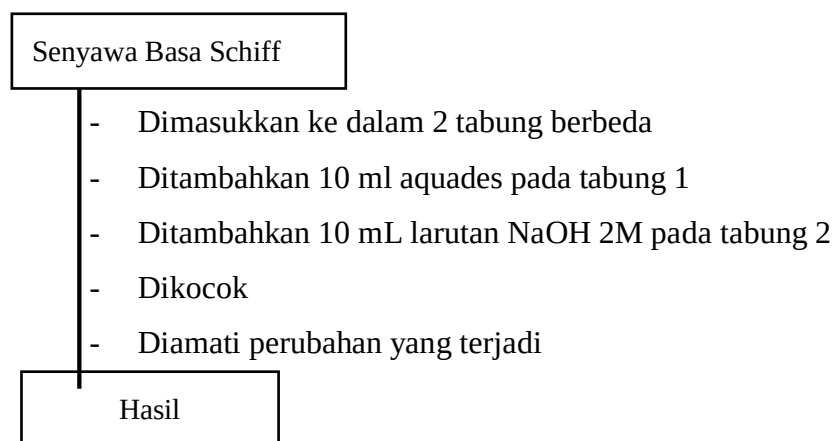
- Sharma, U. K., Sood, S., Sharma, N., Rahi, P., Kumar, R., Sinha, A. K., and Gulati, A. (2013). Synthesis and SAR investigation of natural phenylpropene derived methoxylated cinnamaldehydes and their novel schiff bases as potent antimicrobial and antioxidant agents. *Medical Chemistry Research*. 22, 5129- -5140
- Silverstein, dkk. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compound*. Hoboken: John Wiley & Sons Inc
- Sobola, A.O., G.M. Watkins, and B. Van Brecht. 2014. Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity of Copper(II) Complexes of some Ortho-substituted Aniline Schiff Bases; Crystal Structure of Bis(2-methoxy-6-imino)methylphenol Copper(II) Complex. *S. Afr. J. Chem.*, 67, 45–51
- Socrates, G. 1994. *Infrared Characteristic Group Frequencies Second Edition*. New york: John Wiley & SONS
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia Indonesia: Jakarta
- Suhartana, Hermawati, E.S., dan Taslimah. 2016. Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Zn(II)-8- Hidroksikuinolin. *Jurnal Sains Kimia dan Aplikasi*. 19(3): 94-98
- Suslick, Kenneth S. dan Bang, Jin Ho. 2010. Applications of Ultrasound to the Synthesis of Nanostructured Materials. *Adv. Mater.* 22, 1039–1059
- Tufa, A., Endale, M., and Desalegn, T. Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of Copper(II) and Cobalt(II) Vanillin-Aniline Schiff base Complexes. *Chemistry and Materials Research*. Vol.10 No.2, 2018
- Uhlig, *et al.* 1965. *Corrosion and Corrosion Control*. New York : John Wiley and Sons. Inc.,.
- Wei, W., Z. Liu, R. Wei et al., Synthesis, crystal structure and anticorrosion performance of Zn(II) and Ni(II) complexes. *Journal of Molecular Structure*. 3:47
- Xue, L., Q. Li, W. Yang, and G. Zhao. 2013. Two New Schiff Base Ni^{II} and Cu^{II} Complexes : Synthesis and Structures. *J. Chil. Chem. Soc.* 58
- Yu, Y., Xian H., Liu, J., and Zhao, G. 2009. Synthesis, Characterization, Crystal Structure and Antibacterial Activities of Transition Metal(II) Complexes of the Schiff Base 2-[4-Methylphenylimino)methyl]-6-methoxyphenol. *Molecules*. 14, 1747-1754

- Z. Y. Ma, *et al.* 2012. Activities of a Novel Schiff Base Copper(II) Complex on Growth Inhibition and Apoptosis Induction Toward MCF-7 Human Breast Cancer Cells Via Mitochondrial Pathway. *Journal of Inorganic Biochemistry* 117 (2012) 1–9
- Zhang, Zhongyu, *et al.* 2014. L-Ornithine Schiff Base–Copper and –Cadmium Complexes as New Proteasome Inhibitors and Apoptosis Inducers In Human Cancer Cells. *J Biol Inorg Chem*
- Zuo, Jian, *et al.* 2013. Cellular and Computational Studies of Proteasome Inhibition and Apoptosis Induction in Human Cancer Cells by Amino Acid Schiff Base–Copper Complexes. *Journal of Inorganic Biochemistry* 118: 83–93

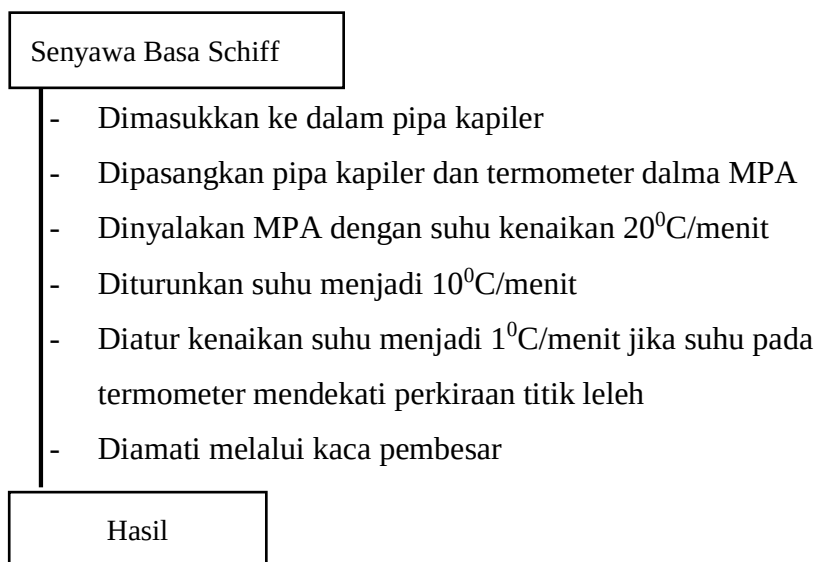
LAMPIRAN

Lampiran 1. Diagram Alir

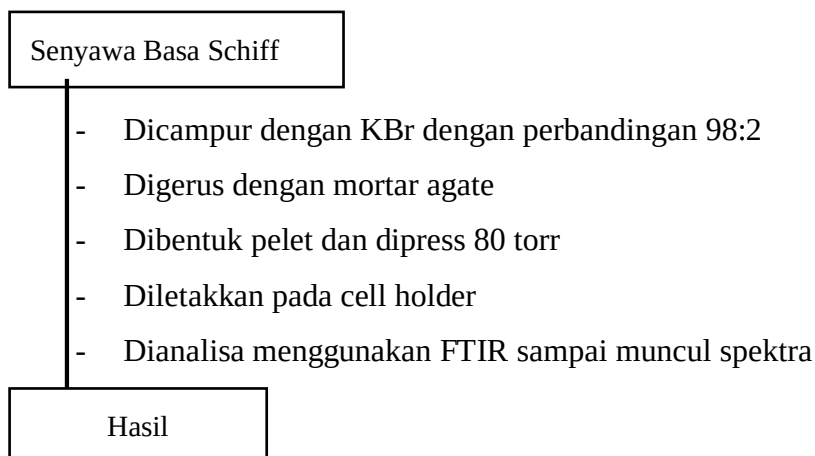
L.1.1 Uji Sifat Kimia Senyawa 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil)Imino)Metil) Fenol



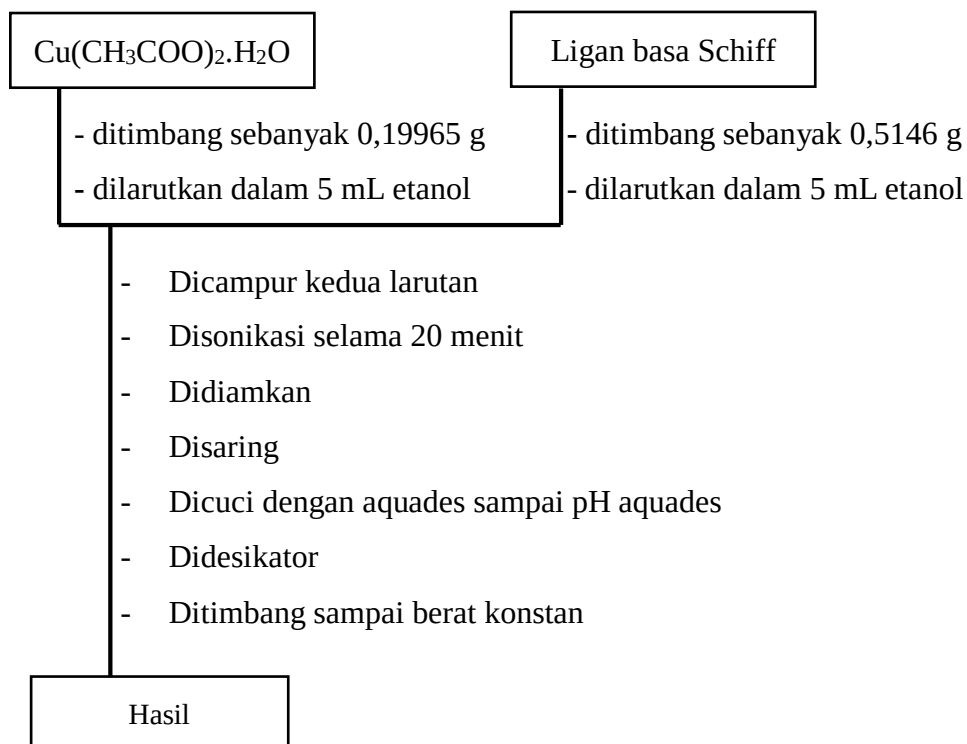
L.1.2 Uji Titik Leleh Senyawa 2-Metoksi-6-(((4-Metoksifenil) Imino) Metil) Fenol

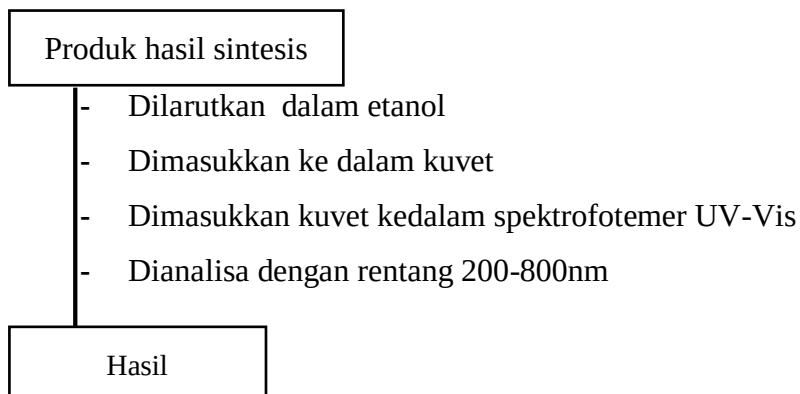
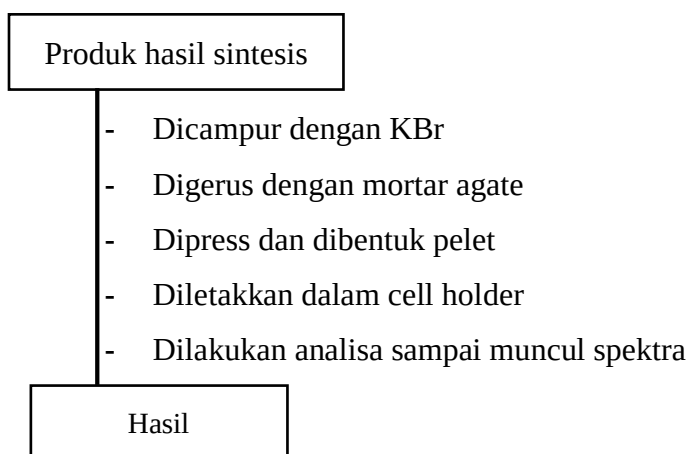


L.1.3 Karakterisasi Senyawa 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol Menggunakan FTIR



L.1.4 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II) dengan Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol dengan Metode Sonikasi



L.1.5 Analisa Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis**L.1.6 Karakterisasi Senyawa Produk Menggunakan FTIR**

L.1.7 Penentuan Jumlah Ligan dengan Metode Variasi Kontinyu

$\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

- ditimbang sebanyak 99,825 mg
- dilarutkan dalam 50 mL etanol

Ligan basa Schiff

- ditimbang sebanyak 0,5146 g
- dilarutkan dalam 50 mL etanol

- Dimasukkan dalam tabung reaksi sesuai tabel

Tabung	V garam (mL)	V ligan (mL)
1	10	0
2	7	3
3	6	4
4	5	5
5	4	6
6	3	7
7	2	8
8	1	9
9	0	10

- Disonikasi selama 1 menit pada tabung 2-8
- Divortex selama 2 menit
- Diambil masing-masing 2 mL pada tabung 1-9
- Dimasukkan dalam tabung reaksi berbeda
- Ditambahkan 3 mL etanol pada masing-masing tabung reaksi
- Diukur absorbansi pada λ maks kompleks
- Data abs yang didapat dimasukkan dalam rumus A koreksi
- Diplotkan menggunakan excel
- Ditarik garis pada grafik yang didapat dan dicari titik potong pada sumbu x
- Dibandingkan fraksi mol logam dengan ligan

Hasil

Lampiran 2. Perhitungan

L.2.1 Massa Garam $\text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ 100%

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul} &= \text{Cu}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot \text{H}_2\text{O} \\
 \text{BM senyawa} &= 199,65 \text{ g/mol} \\
 \text{Jumlah mol} &= 0,001 \text{ mol} \\
 \text{Massa Senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,001 \text{ mol} \times 181,63 \text{ g/mol} \\
 &= 0,19965 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang diambil} &= \frac{0,19965}{100} \times 100 \% \\
 &= 0,19965 \text{ g}
 \end{aligned}$$

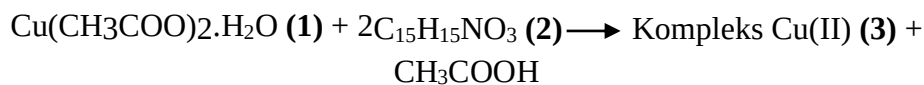
L.2.2 Massa Ligan 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

$$\begin{aligned}
 \text{Rumus molekul} &= \text{C}_{15}\text{H}_{15}\text{NO}_3 \\
 \text{BM senyawa} &= 257,2917 \text{ g/mol} \\
 \text{Jumlah mol} &= 0,002 \text{ mol} \\
 \text{Massa Senyawa} &= \text{mol} \times \text{BM} \\
 &= 0,002 \text{ mol} \times 257,2917 \text{ g/mol} \\
 &= 0,5146 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa yang diambil} &= \frac{0,5146}{99,0749} \times 100\% \\
 &= 0,5194 \text{ g}
 \end{aligned}$$

L.2.3 Stoikiometri Sintesis Senyawa Kompleks $\text{Cu}(\text{II})$ -2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

Reaksi:



Reaksi	Senyawa (1)	+	2 Senyawa (2)	→	Senyawa (3)
Mula-mula	1 mmol		2 mmol		-
Reaksi	1 mmol		2 mmol		-
Sisa	-		-		1 mmol

L.2.4 Persen Rendemen Berdasarkan Dugaan Rumus Molekul

$$\begin{aligned}
 1. \text{ Rumus molekul} &= [\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2](\text{H}_2\text{O}) \\
 \text{Mol produk} &= 1 \text{ mmol} = 0,001 \text{ mol} \\
 \text{BM produk} &= 594,53 \text{ g/mol} \\
 \text{Massa produk} &= \text{mol produk} \times \text{BM produk} \\
 &= 0,001 \text{ mol} \times 594,06 \text{ g/mol} \\
 &= 0,59406 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Rendemen} &= \frac{0,4665 \text{ g}}{0,59406 \text{ g}} \times 100 \\
 &= 78,53 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \text{ Rumus molekul} &= [\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})] \\
 \text{Mol produk} &= 1 \text{ mmol} = 0,001 \text{ mol} \\
 \text{BM produk} &= 594,53 \text{ g/mol} \\
 \text{Massa produk} &= \text{mol produk} \times \text{BM produk} \\
 &= 0,001 \text{ mol} \times 594,06 \text{ g/mol} \\
 &= 0,59406 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Rendemen} &= \frac{0,4665 \text{ g}}{0,59406 \text{ g}} \times 100 \\
 &= 78,53 \%
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 3. \text{ Rumus molekul} &= [\text{Cu}(\text{C}_{15}\text{H}_{14}\text{NO}_3)_2(\text{H}_2\text{O})_2] \\
 \text{Mol produk} &= 1 \text{ mmol} = 0,001 \text{ mol} \\
 \text{BM produk} &= 612,06 \text{ g/mol} \\
 \text{Massa produk} &= \text{mol produk} \times \text{BM produk} \\
 &= 0,001 \text{ mol} \times 612,06 \text{ g/mol} \\
 &= 0,61206 \text{ g}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \% \text{ Rendemen} &= \frac{0,4665 \text{ g}}{0,61206 \text{ g}} \times 100 \\
 &= 76,22 \%
 \end{aligned}$$

L.2.5 Metode Variasi Kontinu

Konsentrasi 0,001 M

$$\begin{aligned}
 M = \frac{n}{V} &\longrightarrow n = M \cdot V \\
 &= 0,001 \text{ M} \cdot 50 \text{ mL} \\
 &= 0,05 \text{ mmol}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa garam Cu(CH}_3\text{COO)}_2\cdot\text{H}_2\text{O} &= \text{mol} \cdot \text{BM} \\
 &= 0,05 \text{ mmol} \cdot 199,65 \text{ mg/mmol} \\
 &= 9,9825 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Massa ligan C}_{15}\text{H}_{15}\text{NO}_3 &= \text{mol} \cdot \text{BM} \\
 &= 0,05 \text{ mmol} \cdot 257,28 \text{ mg/mmol} \\
 &= 12,864 \text{ mg}
 \end{aligned}$$

Perhitungan fraksi mol ligan (X_L)

$$X_L = \frac{V \text{ ligan} \cdot M \text{ ligan}}{(V \text{ ligan} \cdot M \text{ ligan}) + (V \text{ logam} \cdot M \text{ logam})}$$

Tabung 2

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{3 \cdot 0,001}{3 \cdot 0,001 + 7 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,003}{0,003 + 0,007} \\
 &= 0,3
 \end{aligned}$$

Tabung 3

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{4 \cdot 0,001}{4 \cdot 0,001 + 6 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,004}{0,004 + 0,006} \\
 &= 0,4
 \end{aligned}$$

Tabung 4

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{5 \cdot 0,001}{5 \cdot 0,001 + 5 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,005}{0,005 + 0,005} \\
 &= 0,5
 \end{aligned}$$

Tabung 5

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{6 \cdot 0,001}{6 \cdot 0,001 + 4 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,006}{0,006 + 0,004} \\
 &= 0,6
 \end{aligned}$$

Tabung 6

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{7 \cdot 0,001}{7 \cdot 0,001 + 3 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,007}{0,007 + 0,003} \\
 &= 0,7
 \end{aligned}$$

Tabung 7

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{8 \cdot 0,001}{8 \cdot 0,001 + 2 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,008}{0,008 + 0,002} \\
 &= 0,8
 \end{aligned}$$

Tabung 8

$$\begin{aligned}
 X_L &= \frac{9 \cdot 0,001}{9 \cdot 0,001 + 1 \cdot 0,001} \\
 &= \frac{0,009}{0,009 + 0,001} \\
 &= 0,9
 \end{aligned}$$

Perhitungan A_{koreksi}

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

Tabung 2

$$\begin{aligned}
 A_{\text{koreksi}} &= 0,8408 - (1 - 0,3) \cdot 0,8727 \\
 &= 0,22991
 \end{aligned}$$

Tabung 3

$$\begin{aligned}
 A_{\text{koreksi}} &= 1,1635 - (1 - 0,4) \cdot 0,8727 \\
 &= 0,63988
 \end{aligned}$$

Tabung 4

$$A_{\text{koreksi}} = 1.4646 - (1-0,5).0,8727 \\ = 1.02825$$

Tabung 5

$$A_{\text{koreksi}} = 1.7641 - (1-0,6).0,8727 \\ = 1.41502$$

Tabung 6

$$A_{\text{koreksi}} = 1.8422 - (1-0,7).0,8727 \\ = 1.58039$$

Tabung 7

$$A_{\text{koreksi}} = 1.6092 - (1-0,8).0,8727 \\ = 1.43466$$

Tabung 8

$$A_{\text{koreksi}} = 1.2685 - (1-0,9).0,8727 \\ = 1.18123$$

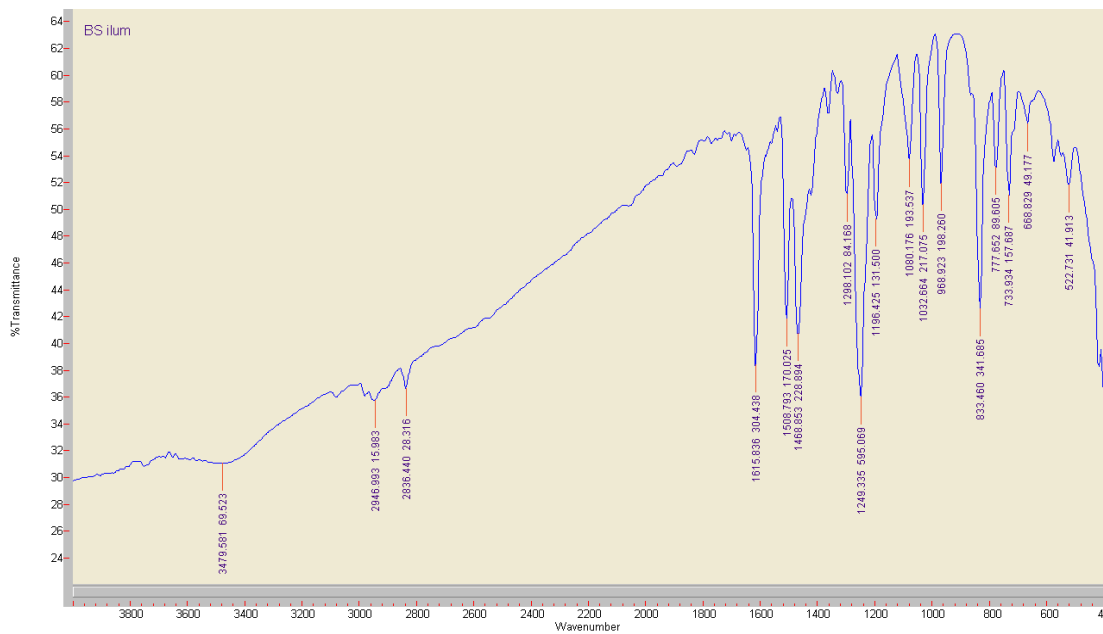
Tabung	Garam (M)	Ligan (L)	Mol M	Mol L	X _L
1	10 mL	0 mL	0,01	-	-
2	7 mL	3 mL	0,007	0,003	0,3
3	6 mL	4 mL	0,006	0,004	0,4
4	5 mL	5 mL	0,005	0,005	0,5
5	4 mL	6 mL	0,004	0,006	0,6
6	3 mL	7 mL	0,003	0,007	0,7
7	2 mL	8 mL	0,002	0,008	0,8
8	1 mL	9 mL	0,001	0,009	0,9
9	0 mL	10 mL	-	0,01	-

X _L	A _M	A _L	A _{M+L}	A _{terukur}	A _{Koreksi}
0,3	0.0169	0.8558	0.8727	0.8408	0.22991
0,4	0.0169	0.8558	0.8727	1.1635	0.63988
0,5	0.0169	0.8558	0.8727	1.4646	1.02825
0,6	0.0169	0.8558	0.8727	1.7641	1.41502
0,7	0.0169	0.8558	0.8727	1.8422	1.58039
0,8	0.0169	0.8558	0.8727	1.6092	1.43466
0,9	0.0169	0.8558	0.8727	1.2685	1.18123

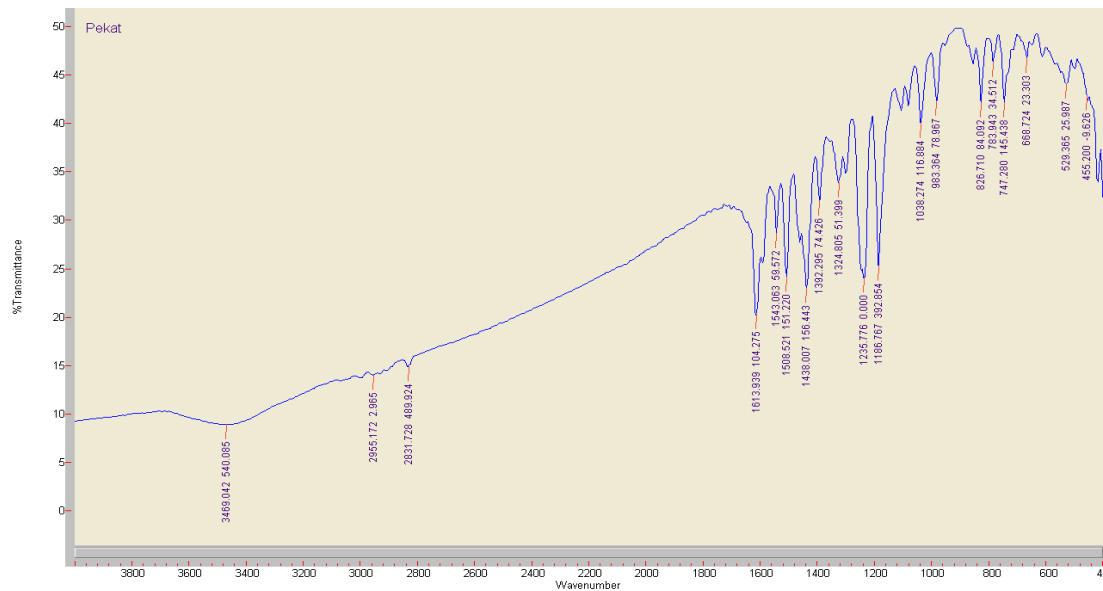
L.3 Hasil Karakterisasi

L.3.1 Hasil Karakterisasi FTIR

L.3.1.1 Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

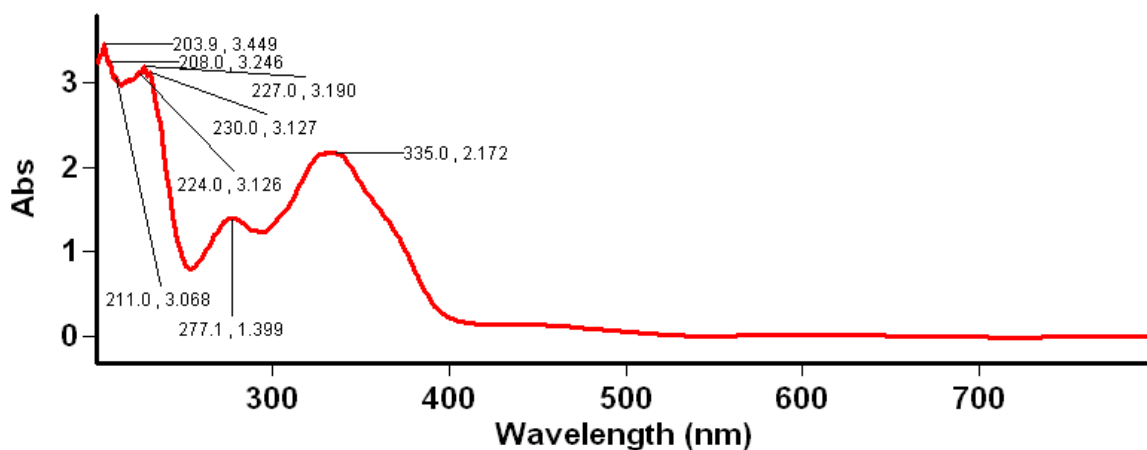


L.3.1.2 Kompleks Cu(II)-2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



L.3.2 Hasil Analisa Kualitatif Menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis

L.3.2.1 Spektra UV-Vis Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



Scan Analysis Report

Report Time : Mon 27 Sep 03:03:44 PM 2021

Method:

Batch: D:\Mahasiswa On Going\Raniqul Isfahani\Lamdha Maks Basa Schiff - Ilum (27-09-2021).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Basa Schiff-Ilum

Collection Time

9/27/2021 3:03:54 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

Range

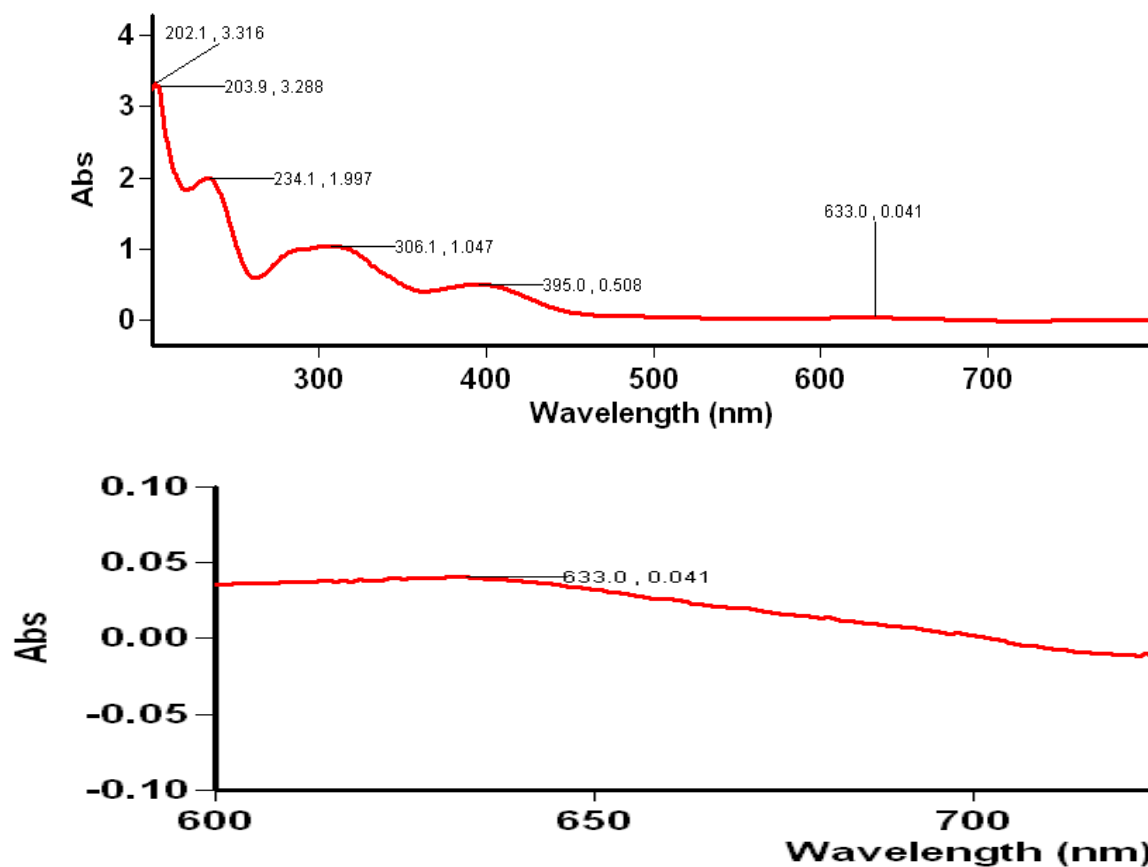
Peaks

0.0100

799.9nm to 200.0nm

Wavelength (nm)	Abs
335.0	2.172
277.1	1.399
230.0	3.127
227.0	3.190
224.0	3.126
211.0	3.068
208.0	3.246
203.9	3.449

L.3.2.2 Spektra UV-Vis Kompleks Cu(II)- 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



Scan Analysis Report

Report Time : Mon 27 Sep 03:01:12 PM 2021

Method:

Batch: D:\Mahasiswa On Going\Raniqul Isfahani\Lamdha Maks Kompleks - Ilum (27-09-2021).DSW

Software version: 3.00(339)

Operator: Rika

Sample Name: Kompleks-Ilum

Collection Time

9/27/2021 3:01:23 PM

Peak Table

Peak Style

Peak Threshold

Range

Peaks

0.0100

799.9nm to 200.0nm

Wavelength (nm)	Abs
633.0	0.041
395.0	0.508
306.1	1.047
234.1	1.997
203.9	3.288
202.1	3.316

L.3.3 Hasil Absorbansi Metode Variasi kontinu

Absorbansi Kompleks Pada 395 nm

Tanggal Analisa : 28 Oktober 2021

Advanced Reads Report

Report time 10/28/2021 2:52:01 PM
 Method
 Batch name D:\Mahasiswa On Going\Raniquel Isfahani\Absorbansi
 Kompleks Pada 395 nm (28-10-2021).BAB
 Application Advanced Reads 3.00 (339)
 Operator Rika

Instrument Settings

Instrument Cary 50
 Instrument version no. 3.00
 Wavelength (nm) 395.0
 Ordinate Mode Abs
 Ave Time (sec) 0.1000
 Replicates 3
 Sample averaging OFF

Comments:

Zero Report

Read	Abs	nm
Zero	(0.1345)	395.0

Analysis

Collection time 10/28/2021 2:52:01 PM

Sample	F	Mean	SD	%RSD	Readings
1					0.0176 0.0167 0.0166
		0.0169	0.0006	3.29	
2					0.8414 0.8407 0.8401
		0.8408	0.0007	0.08	
3					1.1624 1.1636 1.1644
		1.1635	0.0010	0.09	
4					1.4632 1.4637 1.4668
		1.4646	0.0020	0.13	
5					1.7663 1.7624 1.7636
		1.7641	0.0020	0.11	
6					1.8399 1.8420 1.8447
		1.8422	0.0024	0.13	
7					1.6074 1.6113 1.6090
		1.6092	0.0019	0.12	
8					1.2695 1.2672 1.2689
		1.2685	0.0012	0.09	
9					0.8567

0.8558	0.0018	0.21	0.8537
			0.8570

Results Flags Legend

R = Repeat reading

L.4 Dokumentasi

L.4.1 Hasil Uji Sifat Kimia Ligan Basa Schiff 2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol

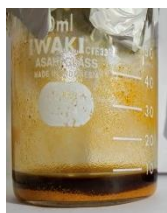


Hasil uji sifat kimia dengan larutan NaOH 2M dan aquades

L.4.2 Sintesis Senyawa Kompleks Cu(II)-2-metoksi-6-(((4-metoksifenil)imino)metil)fenol



larutan garam



larutan ligan



campuran logam dan ligan



campuran setelah disonikasi



endapan kompleks



filtrat kompleks

L.4.3 Metode Variasi Kontinu

