

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Fe(II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF DARI SALISILALDEHIDA
DAN SULFANILAMIDA**

(Skripsi)

Oleh

Novi Indarwati



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRACT

SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF Fe(II) COMPLEXES OF SCHIFF BASE DERIVED FROM SALISILALDEHYDE AND SULFANILAMIDE

By

NOVI INDARWATI

Synthesis of Fe(II) complexes with Schiff base ligands from salicylaldehyde and sulfanilamide have been done. The research begins with the synthesis of Schiff's base ligands using salicylaldehyde and sulfanilamide with a concentration ratio 1:1. The resulting Schiff base yellow crystal with a yield 89%. Synthesis of complex compounds $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ resulting from the reaction between Fe(II) with Schiff base ligands ($C_{13}H_{12}N_2O_3S$) in ethanol solvents with several stoichiometric comparisons, producing brownish yellow crystals with a yield 86%. Structural analysis using a UV-Vis spectrophotometer showed a significant shift in the maximum wavelength (maks). The shift occurs in the transition region

* from the Schiff base imine group of 340 nm to 453 nm after it has been complexed, because the contribution of the free pair of nitrogen and oxygen Schiff base ligands to metal ions. Determination of functional groups using IR spectrophotometer showed the presence of azomethine groups at wave number 1618 cm^{-1} on Schiff base ligands and 1617 cm^{-1} on complex compounds $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$. The formation of complex compounds

$[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ is characterized by the formation of coordination bonds between Fe-N (543 cm^{-1}) and Fe-O (421 cm^{-1}) in the infrared spectrum. Thermal decomposition analysis using DT/TGA (Defferential Thermal-Thermogravimetry Analysis) method with a heating temperature range of $50-800^\circ C$. Obtained a loss of molecular mass of SO_4^{2-} 13.8% in the temperature range of $200-282.6^\circ C$, two molecules of ($C_{13}H_{12}N_2O_3S$) 74.6% in the temperature range of $282.6-460.4^\circ C$ and yield of Fe_2O_3 at $600^\circ C$.

Keywords: Fe(II) complex compounds, salisilaldehyde, schiff bases,sulfanilamide

ABSTRAK

SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Fe(II) DENGAN LIGAN BASA SCHIFF DARI SALISILALDEHIDA DAN SULFANILAMIDA

Oleh

NOVI INDARWATI

Telah dilakukan sintesis senyawa kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida. Penelitian diawali dengan sintesis ligan basa Schiff menggunakan salisilaldehida dan sulfanilamida dengan perbandingan konsentrasi 1:1. Kristal basa Schiff yang dihasilkan berwarna kuning dengan rendemen sebesar 89%. Sintesis senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ hasil reaksi antara logam Fe(II) dengan ligan basa Schiff ($C_{13}H_{12}N_2O_3S$) dalam pelarut etanol dilakukan dengan beberapa perbandingan stoikiometri, menghasilkan kristal berwarna kuning kecoklatan dengan rendemen sebesar 86%. Analisis struktur menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan adanya pergeseran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) yang signifikan. Pergeseran terjadi pada daerah transisi * dari gugus imina basa Schiff sebesar 340 nm menjadi 453 nm setelah dikomplekskan, karena sumbangannya pasangan elektron bebas nitrogen dan oksigen ligan basa Schiff kepada ion logam. Penentuan gugus fungsional menggunakan spektrofotometer inframerah menunjukkan adanya gugus azometin pada bilangan gelombang 1618 cm⁻¹ pada ligan basa Schiff dan 1617 cm⁻¹ pada senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$. Terbentuknya senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ ditandai dengan terbentuknya ikatan koordinasi antara Fe-N (543 cm⁻¹) dan Fe-O (421 cm⁻¹). Analisis dekomposisi termal menggunakan metode DT/TGA (*Differential Thermal-Thermogravimetry Analysis*) dengan pemanasan rentang suhu 50-800°C. Diperoleh kehilangan massa molekul SO₄²⁻ sebesar 13,8% pada rentang suhu 200-282,6°C, dua molekul C₁₃H₁₁N₂O₃S sebesar 74,6% pada rentang suhu 282,6-460,4°C dan rendemen Fe₂O₃ pada suhu 600°C.

Kata kunci: basa schiff, salisilaldehida, senyawa kompleks Fe(II), sulfanilamida

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS Fe(II)
DENGAN LIGAN BASA SCHIFF DARI SALISILALDEHIDA
DAN SULFANILAMIDA**

Oleh

NOVI INDARWATI

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA
KOMPLEKS Fe(II) DENGAN LIGAN BASA
SCHIFF DARI SALISILALDEHIDA DAN
SULFANILAMIDA**

Nama Mahasiswa

: Novi Indarwati

No. Pokok Mahasiswa : 1417011084

Jurusan

: Kimia

Fakultas

: Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing



Dr. Zipora Sembiring, M.S.
NIP 19590106 198603 2 001



Prof. Wasinton Simanjuntak, Ph.D.
NIP 19590706 198811 1 001

2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA



Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001

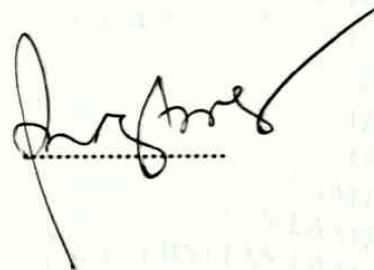
MENGESAHKAN

1. Tim Pengudi

Ketua : **Dr. Zipora Sembiring, M.S.**



Sekretaris : **Prof. Wasinton Simanjuntak, Ph.D.**



Pengudi

Bukan Pembimbing : **Dr. Rudy T.M. Situmeang, M.Sc.**

2. a.n. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kerjasama



Prof. Sutopo Hadi, M.Sc., Ph.D.

NIP 19710415 199512 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 30 Januari 2019

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Lampung pada tanggal 22 November 1996, sebagai anak kedua dari empat bersaudara, putri dari Bapak Mugiono dan Ibu Ribka Rubiati dan dibesarkan oleh Bpk. Petrus Oye Sugianto dan Ibu Ribka Rubiati. Jenjang pendidikan diawali dari Sekolah Dasar di SD Negeri 05 Tulang Bawang Tengah, Tulang Bawang Barat yang diselesaikan pada tahun 2006. Kemudian Penulis melanjutkan Sekolah Menengah Pertama (SMP) di SMP Negeri 06 Tulang Bawang Tengah, Tulang Bawang Barat diselesaikan tahun 2011, dan Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 01 Tulang Bawang Tengah, Tulang Bawang Barat diselesaikan tahun 2014 sebagai Siswa Teladan III. Penulis terdaftar sebagai Mahasiswa Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung jalur SNMPTN (Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Pada tahun 2017, Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) selama 40 hari di Desa Gandri, Kec. Penengahan, Kab. Lampung Selatan dan telah menyelesaikan Praktik Kerja Lapangan (PKL) yang berjudul Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Fe(II) di Laaboratorium Kimia Anorganik-Fisik Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung. Selama menjadi mahasiswa, Penulis pernah menjadi asisten praktikum Kimia Anorganik I dan II pada tahun 2017-2018.

Pengalaman organisasi dimulai sebagai Kader Muda Himpunan Mahasiswa Kimia FMIPA Universitas Lampung periode 2014-2016, sebagai anggota bidang KESTARI. Penulis pernah menjadi anggota PSM Universitas Lampung. Penulis pernah dipercaya untuk menjadi Ketua Pelaksana Paskah POMMIPA dan penanggung jawab bidang acara pada pelaksanaan *Welcoming on Weekend* pada tahun 2016. Pada tahun 2018 Penulis melakukan penelitian di laboratorium Kimia Anorganik-Fisik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

MOTTO

Kehidupanmu akan menjadi lebih cemerlang dari pada siang hari,
kegelapan akan menjadi terang seperti pagi hari

I can't do nothing, only if God with me I can

**But my God shall supply all your need according to His riches
in glory by Christ Jesus (Philippians 4:19)**

*Tuhan akan mengangkat engkau (Novi) menjadi kepala dan
bukan ekor, engkau (Novi) akan tetap naik dan bukan turun,
apabila engkau (Novi) mendengarkan perintah TUHAN,
Allahmu yang kusampaika pada hari ini engkau (Novi)
lakukan dengan setia. (Ulangan 28:13)*

Kupersembahkan karyaku ini sebagai tanda kasih dan bentuk pelayananku

Kepada

Tuhan Yesus Kristus yang selalu ada bersamaku dan memberikan begitu banyak kasih, anugerah dan pemeliharaan selama perkuliahan, penelitian sampai karya ini selesai. Dia yang layak terima segala puji dan kemuliaan, oleh karena-Nya aku persembahkan karyaku ini sebagai bukti kasih nyata Tuhan dalam hidupku.

Kepada orangtuaku yang selalu menjadi sumber semangat dan tempatku berkeluh kesah. Karena doa dan motivasi mereka aku sampai pada tahap ini.

Kakak, adik dan keluarga rohaniku yang tidak pernah lelah mendukungku baik dalam dana, doa, nasehat, dan perhatian hingga karya ini dapat terselasaikan.

Sahabat dan teman-teman yang selalu menemani, membantu dan memberikanku semangat selama ini sampai karya ini selesai.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas segala kasih karunia dan kebaikan-Nya penulis mampu menyelesaikan skripsi dengan berjudul:

*“Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Fe(II)
dengan Ligan Basa Schiff dari Salisilsaldehida
dan Sulfanilamida”*

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan skripsi yang berjudul Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Fe(II) dengan Ligan Basa Schiff dari Salisilsaldehida dan Sulfanilamida. Oleh karena itu, penulis mengharapkan adanya kritik dan saran dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap agar skripsi ini dapat bermanfaat bagi setiap pembaca. Selama menyelesaikan skripsi ini penulis banyak mendapat bantuan serta dukungan dari banyak pihak. Sehingga pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada :

1. Kedua orang tuaku yang sangat kusayangi, Bapak dan Ibu yang selama ini tak henti-hentinya memberikan do'a dan dukungan kepadaku, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.
2. Ibu Dr. Zipora Sembiring, M.S., selaku pembimbing I yang selalu memberikan bimbingan, nasihat, semangat dan saran kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
3. Bapak Prof. Wasinton Simanjuntak, Ph.D., selaku pembimbing II yang telah memberikan masukan serta motivasi dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Dr. Rudy T.M Situmeang, M.Sc., selaku pembahas dan pembimbing akademik yang telah memberikan kritik dan saran serta pengetahuan sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Prof. Warsito, S.Si., D.E.A., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Suripto Dwi Yuwono, M. T, selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA), Universitas Lampung.
7. Ibu Liza Aprilia, S.Si yang telah banyak membantu dalam menyediakan alat serta bahan untuk penelitian penulis.
8. Seluruh dosen, laboran, staff dan karyawan FMIPA Universitas Lampung atas seluruh bantuannya selama ini.
9. Kakakku tersayang yang jauh di Sidoarjo (Hana), Masku yang selalu buat kesel (Timotius) dan adikku tercinta Yefta dan Joy

10. Kak Yani dan Grace, terima kasih karena sudah menjadi keluarga keduaku yang betah dan sangat sabar dengan kepribadianku yang menjengkelkan. *I'm so really love you unchhh.*
11. Mommy Ola, Papi Ber, Mima dan Juan *thank you so much* buat semua cinta dan kebaikan kalian, *thanks* sudah menjadi abang dan kakak rohaniku di sini.
12. Keluarga besar GPCC, Papi Petrus, Mami Hani dan semua jemaat yang sudah mengajarkanku bagaimana arti pelayanan sesungguhnya.
13. Kakakku Mawar Simanjuntak yang mengisi hariku dengan senyuman menjengkelkan, terima kasih buat support untukku sema ini.
14. Sahabat dan keluargaku di KK HANESA, kak Ruli, Meliana S.S, Lilian E., dan Erika Sampana yang bersamaku belajar tentang bagaimana bertumbuh dalam Tuhan dari zaman MABA sampai sekarang.
15. Sahabat tergilaku, Ismini yang selalu ada dengerin ceritaku yang nganeh hehe, temen main, temen gila, temen ngakak, *big love you.*
16. Sahabat tersabar menghadapi aku, Ainun Nadiyah yang selalu aku telfon kalau kebelet hehehe, thanks karena udah sering kurepotin, thanks buat kosn dan kesabarannya, pokoknya *love you* deh.
17. Anak-anak KK SERAFIN Iwen, Mona dan Tirza yang selalu nagih buat KK. Kalian tahu kan kalau kakak ini PKK kalian, bukan teman kalian hehehe. Jadi kapan kita KK? Kakak mengasihi kalian.
18. Yosefin Tampubolon dan Dahiani yang pengen banget disebutin di skripsi ini hehe....
19. Ara terima kasih sudah bantu aku scan berkas2....

20. *Wasinton's research Team*, Khasandra, Mahlian, Tika, dan Elin yang sudah mendahuluiku, terima kasih untuk dukungan dan semangat kalian.
21. Devi dan Rica yang betah di Laboratorium tercinta, terima kasih karna telah mendengar keluh kesahku saat di Lab.
22. Teman-teman *youth* angkatan 14, Ribka Munthe, Rose, Melisa, Hot Asi, Matthew, Benardo, dan Daniel, terima kasih untuk kebersamaan kalian selama ini.
23. Adik-adik *youth* angkatan 16, Mona, Iwen, Dina, Tirza, Dame, Fajar, Fefran, Selvi, Devi untuk semua dukungan dan perhatian kalian.
24. Terima kasih untuk POMMIPA yang sudah memberikan wadah pelayanan untukku selama aku menjadi mahasiswa di FMIPA, Universitas Lampung.
25. Tim *research* terbaikku anak bimbingan Ibu Dr. Zipora Sembiring, M.S: Aniza Vidya Widata, Khumil Ajmila, Hot Asi, dan Putri Sendi Khairunisa atas kerjasama yang baik, dukungan, serta bantuannya selama ini.
26. Kepada adik-adik kimia angkatan 2015, 2016 dan 2017 yang tidak bisa kusebutkan satu per satu, semoga kalian tetap semangat baik dalam kuliah maupun penelitian kedepannya, terima kasih karena sudah menjadi adik praktikan yang baik.
27. Anorganik Squad 2014: Aniza Vidya W., Khumil Ajmila, Novi Indarwati, Putri Sendi, Fitria Luziana, Ferita Angriana, Ana Devita M., Ismi Aditiya, Asdini Virginia, Lucia Arum H., Devi Tri L., Rica Royjanah, Ainun Nadya, Cindy Claudia P., Audina Uci P., Reni Anggraini, Yusuf Hadi K., Fikri Muhammad, Hafid Darmais H., Widia Sari, Deni Diora, Bayu Andani, dan

Dira Fauzi R atas dukungan, masukan dan keceriaan yang diberikan kepada penulis.

28. Seluruh mahasiswa Jurusan Kimia angkatan 2014 yang punya jargon “Kimia 2014 !!!”, “Kami Bersatu,Satu yang Solid !!!”, yaitu: Agnesa Anugrah, Ainun Nadiyah, Aniza Vidya Widata, Asrul Fanani, Audina Uci Pertiwi, Ayuning Fara Mudhita Sari, Berliana Anastasia, Bunga Lantri Dwinta, Dellania Frida Y, Dessy Tiara Elvia N, Diani Widya Pangestika, Dinda Mezia Physka, Diva Amila, Elizabeth Yulinda Ari Puspita, Erika Liandini, Fergina Prawaning Tyas, Fernando Silaban, Fitrah Adhi Nugroho, Fitria Luziana, Gabriella Setia Wulandari, Grace Nadya Putri D, Hamidin, Hestianingsih Famela, Ismini Hidayati, Kartika Dewi Rachmawati, Khumil Ajmila, Leony Fransiska, Lilian Elizabeth S, Luthfi Hijrianto, M. Ilham Haqqiqi, Meliana Sari Simarmata, Miftahul Hidayati, Muhammad Ilhan Imanudin, Ni Putu Rahma Agustina, Nindi Ningrum, Novi Indarwati, Putri Sendi Khairunisa, Renaldi Arlento, Rica Aulia, Riri Auliya, Riza Mufarida Akhsin, Rizka Ari Wandari, Rizky Nurfitriyani, Sola Gratia Kristi Br Ginting, Teguh Wijaya Hakim, Tia Okta Selviana, Wahyu Fichtiana Dewi, Windi Antika, Yunita Damayanti, Agung Setyo Wibowo, Ana Devita Mutiara, Asdini Virginia, Astriva Novri Harahap, Ayisa Ramadona, Bayu Andani, Bidari Maulid Diana, Cindy Claudia Putri, Deni Diora, Devi Tri Lestari, Dhia Hawari, Dicky Sildianto, Dira Fauzi Ridwan, Edit Hendri Purnami, Erien Ratna Putri, Erwin Simarmata, Fendi Setiawan, Ferita Angriana, Fikri Muhammad, Fitri Oktavianica, Francisca Clodina D, Ganjar Andhulangi, Hafid Darmais Halan, Heny Wijaya, Herliana, Hidayatul Mufida, Ismi Aditiya, Jepy Romansyah, Khasandra, Laili Dini

Ariza, Liana Hariyanti, Lucia Arum Hartaty, M. Firza Ersa, Mahlian Erianti, Matthew Maranatha, Michael Alberto Sihombing, Muhammad Firdaus, Nella Merliani, Nova Ariska, Nur Laelatul K, Rahma Hanifah, Reni Anggraeni, Rica Royjanah, Risa Septiana, Riza Umami, Rizky Fijaryani, Siti Fatimah, Tika Dwi Febriyanti, V Ari Viggi Handrika, Widia Sari, Yola Yashinta Batubara, dan Yusuf Hadi Kurniawan.

29. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu atas segala dukungan, do'a dan bantuannya kepada penulis.

Penulis hanya mampu mengucapkan terima kasih, semoga segala kebaikan, bantuan, do'a serta dukungan yang kalian berikan dapat dibalas oleh Tuhan Yesus Kristus.

Bandar Lampung, Februari 2019

Penulis

Novi Indarwati

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian	4
C. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Senyawa Kompleks Basa Schiff	6
B. Ligan Basa Schiff.....	7
1. Pembentukan Ligan Basa Schiff	7
2. Salisilaldehida	9
3. Sulfanilamida	10
C. Ion Logam Fe(II) Sebagai Atom Pusat	11
D. Teori Pembentukan Senyawa Kompleks	13
1. Teori Ikatan Valensi	13
2. Teori Medan Kristal	14
3. Teori Orbital Molekul	15
E. Analisis Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff.....	16
1. Spektrofotometer Ultraungu-Tampak (UV-Vis)	16
2. Spektrofotometer Inframerah (IR)	18
3. DT-TGA	19

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian	21
B. Alat dan Bahan.....	21
1. Alat-alat yang digunakan	21
2. Bahan-bahan yang digunakan	22
C. Prosedur Kerja.....	22
1. Sintesis Ligan Basa Schiff.....	22
2. Sintesis Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff	22
D. Karakterisasi Senyawa Kompleks.....	23
1. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis.....	23
2. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer IR	24
3. Karakterisasi menggunakan DT/TGA.....	24

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ligan Basa Schiff.....	25
1. Sintesis Ligan Basa Schiff.....	25
2. Karakterisasi Ligan Basa Schiff	28
B. Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff	36
1. Sintesis Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff.....	36
2. Karakterisasi Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff	37

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Orbital hibridisasi beberapa konfigurasi geometri.....	14
2. Absorpsi senyawa aromatik pada Spektrofotometer UV-Vis	17
3.Pita serapan gugus fungsi pada Spektrofotometer Inframerah	18
4. Perbandingan stoikiometri senyawa kompleks dengan variasi mol basa Schiff.....	23
5. Data spektrum UV-Vis ligan basa Schiff dan senyawa pembentuknya.....	30
6. Data spektrum inframerah (cm^{-2}) dari salisilaldehida, sulfanilamida dan ligan basa Schiff hasil sintesis.....	34
7. Nilai serapan penentuan stoikiometri senyawa kompleks dengan variasi mol basa Schiff	38
8. Data spektrum inframerah (cm^{-1}) dari ligan basa Schiff dan senyawa kompleks $[\text{Fe}(\text{C}_{13}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_3\text{S})_2]\text{SO}_4$	42
9. Hasil pengurangan berat dengan metode DT/TGA.....	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Senyawa kompleks dengan ligan basa Schiff hasil turunan amino 1,2,3,6-oksatriazin dan salisildehid	7
2. Struktur umum basa Schiff	8
3. Mekanisme reaksi pembentukan basa Schiff	8
4. Struktur salisilaldehida.....	9
5. Struktur sulfanilamida.....	10
6. Konfigurasi elektron Fe dan Fe(II)	12
7. Reaksi pembentukan ligan basa Schiff hasil sintesis	26
8. Ligan basa Schiff hasil sintesis	27
9. Energi yang dibutuhkan dalam transisi elektron	29
10. Spektrum UV-Vis ligan basa Schiff hasil sintesis	32
11. Spektrum inframerah ligan basa Schiff hasil sintesis	34
12. Senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff hasil sintesis	37
13. Spektrum UV-Vis senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$	39
14. Pembentukan ikatan hibrida senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$	40
15. Diagram tingkat energi molekul senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$	41
16. Spektrum inframerah senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$	42
17.Spektrum DTA-TG (%) senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$	45

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Dalam perkembangannya, penelitian mengenai senyawa kompleks atau senyawa koordinasi menjadi salah satu hal yang menarik karena aplikasi senyawa kompleks yang sangat luas di berbagai bidang. Di bidang kesehatan, senyawa kompleks digunakan sebagai senyawa pengontras *Magnetic Resonance Imaging* (MRI) yang dapat memperjelas visualisasi jaringan tubuh (Maulana *et al.*, 2008). Di bidang material magnetik, senyawa kompleks dimanfaatkan sebagai sensor bebas film tipis (Jacob *and Elmers*, 2007). Sedangkan pada sektor industri, senyawa kompleks digunakan sebagai antikorosi (Quraishi *et al.*, 2008).

Senyawa kompleks terbentuk akibat penggunaan bersama elektron bebas dari ligan dan melibatkan orbital *d* dari ion logam yang disebut dengan ikatan kovalen koordinasi (Jolly, 1991). Salah satu ligan yang dapat digunakan dalam pembentukan senyawa kompleks adalah ligan basa Schiff. Dalam aplikasinya, ligan basa Schiff memiliki peranan penting sebagai inhibitor korosi (Febriany, 2014), inhibitor pada penyakit tuberkolosis (Elzahany, 2008) dan menunjukkan aktivitas biologis termasuk aktivitas antibakteri, antijamur, antidiabetes, antitumor, antiproliferatif, antikanker,

herbisida, serta antiinflamasi (divya *et al.*, 2017). Singh (2010), berhasil mensintesis ligan basa Schiff dari hasil kondensasi isatin dengan 4-Amino-N-karbamoil benzen sulfonamida yang memiliki aktivitas antibakteri. Basa Schiff merupakan ligan polidentat yang mampu berikatan koordinasi dengan ion logam melalui atom donor N dan atau O yang terbentuk dari kondensasi amina primer dengan aldehida atau keton. Dilihat strukturnya, basa Schiff memiliki gugus yang khas yaitu gugus azometin ($R-C=N-R$). Gugus azometin pada basa Schiff mampu membentuk cincin khelat dalam senyawa kompleks sehingga apabila berikatan dengan ion logam akan membentuk kompleks dengan kestabilan yang cukup baik. Selain itu, gugus azometin pada basa Schiff juga sangat efektif sebagai ligan karena memiliki fleksibilitas dalam sintesis, mempunyai selektifitas dan sensitifitas yang baik terhadap ion logam atom pusat (Sembiring, 2008).

Sintesis senyawa kompleks ion logam transisi deret pertama dengan ligan basa Schiff telah banyak dilakukan. Kadra *et al.*, (2016) telah berhasil mensintesis kompleks Fe(II) basa Schiff dari (*E*)-*N*-(4-(2-hydroxybenzylideneamino) phenylsulfonyl) menunjukkan aktivitas antimikroba. Yang *et al.*, (2003) berhasil mensintesis kompleks Fe(III) dengan ligan basa Schiff sulfamethoxydiazine memiliki aktifitas antibakteri yang kuat terhadap *Escherichia coli*, *Bacillus subtilis*, *Proteus vulgaris* dan *Staphylococcus aureus*. Menurut Reddy *et al.*, (2008) kompleks Cu(II), Ni(II), Mn(II), Co(II) dan Fe(III) dengan ligan basa Schiff dari 3-(4-Chlorophenoxyethyl)-4-amino-5-mercaptop-1,2,4-triazole menunjukkan aktivitas antibakteri dan antijamur yang lebih baik dibandingkan dengan ligan basa Schiff dari 3-(4-Chlorophenoxyethyl)-4-amino-5-mercaptop-1,2,4-triazole.

Dalam penelitian ini, ion logam transisi yang digunakan dalam pembentukan senyawa kompleks dengan ligan basa Schiff adalah ion logam Fe(II). Sedangkan ligan basa Schiff yang digunakan disintesis dari salisilaldehida dengan sulfanilamida. Pembentukan basa Schiff dapat diperoleh dari reaksi antara aldehida atau keton dengan amina primer. Salah satu senyawa aldehida yang dapat digunakan dalam pembentukan basa Schiff yaitu salisilaldehida. Salisilaldehida merupakan senyawa karbonil yang dapat diserang oleh nukleofil nitrogen, berupa senyawa amina primer dengan tipe RNH_2 atau ArNH_2 .

Ligan basa Schiff yang disintesis dalam penelitian ini menggunakan amina primer dengan tipe ArNH_2 yaitu sulfanilamida yang merupakan turunan dari anilin dengan sulfonamida. Sehingga, senyawa aldehida seperti salisilaldehida dengan sulfanilamida yang memiliki gugus amina primer dapat bereaksi menghasilkan imina tersubtitusi yang terstabilkan (Fessenden *and* Fessenden, 1997). Dalam penelitian ini, pembentukan senyawa kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida dilakukan untuk memperoleh sifat fisik dan kimia senyawa kompleks yang dapat diaplikasikan dalam berbagai bidang.

Sintesis senyawa kompleks telah banyak dilakukan dengan beberapa metode, salah satunya dengan metode konvensional yaitu pencampuran larutan ion logam dan ligan dalam pelarut tertentu baik disertai pemanasan maupun tanpa pemanasan (Saria *et al.*, 2012). Selain itu, sintesis senyawa kompleks dapat dilakukan dengan penggabungan dua atau lebih molekul,

dengan atau tanpa kehilangan molekul kecil seperti H₂O yang disebut dengan kondensasi (Banerjea, 1993). Rini, (2010) telah berhasil mensitesis senyawa kompleks Fe(II), Co(II) dan Ni(II) dengan ligan basa Schiff dari 1,5-difenilkarbazon dan anilin, diperoleh rendemen 70,22% dan 73,49%.

Pada penelitian ini akan disintesis senyawa kompleks dari ion logam Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida. Karakterisasi senyawa kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida dilakukan dengan beberapa metode analisis. Bentuk struktur dan gugus fungsi dari ligan basa Schiff dan senyawa kompleks yang terbentuk dikarakterisasi dengan menggunakan metode spektrofotometri, baik menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak (UV-Vis) serta spektrofotometer inframerah (IR). Sifat fisik suatu kompleks Fe(II) basa Schiff yang terbentuk dengan menggunakan metode analisis termal DT-TGA (*Differential Thermal - Thermogravimetric Analysis*).

B. Tujuan Penelitian

1. Memperoleh ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida
2. Mendapatkan senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff
3. Mengetahui karakteristik dan sifat termal dari senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak (UV-Vis), spektrofotometer inframerah (IR), dan DT - TGA (*Differential Thermal - Thermogravimetric Analysis*)

C. Manfaat Penelitian

Dengan adanya penelitian mengenai sintesis dan karakterisasi senyawa kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldeida dan sulfanilamida, diharapkan dapat meningkatkan pemahaman tentang bentuk struktur senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff dan mengetahui karakter dari senyawa kompleks tersebut. Selain itu, dapat memberikan kondisi optimum yang dibutuhkan dalam sintesis kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldeida dengan sulfanilamida. Informasi yang diperoleh dari penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian selanjutnya khususnya dalam penerapan aplikasi dari kompleks yang terbentuk.

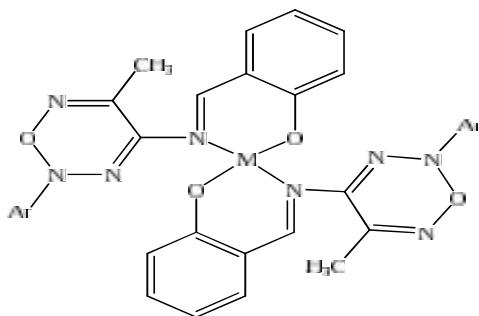
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Senyawa Kompleks Basa Schiff

Senyawa kompleks basa Schiff terbentuk dari reaksi ion logam dengan ligan basa Schiff melalui ikatan kovalen koordinasi. Dalam suatu senyawa kompleks, ligan basa Schiff memiliki kemampuan mendonorkan lebih dari satu pasangan elektronnya dari atom O atau N ke orbital *d* ion logam transisi, sehingga memberi struktur dan sifat tertentu (Sembiring *et al.*, 2013). Logam transisi merupakan logam yang memiliki ciri mudah menghasilkan ion-ion dengan subkulit *d* yang tidak terisi penuh sehingga dapat menerima donor pasangan elektron dari ligan (Chang, 2005).

Senyawa kompleks basa Schiff yang terbentuk memiliki kecenderungan membentuk suatu senyawa kompleks yang baik. Hal ini karena basa Schiff mampu membentuk khelat dengan ion logam. Selain itu, senyawa kompleks dengan satu atau lebih cincin berkhelat 5 atau 6 lebih stabil dibandingkan dengan senyawa kompleks serupa (Cotton dan Wilkinson, 1989). Cincin khelat dapat terbentuk antara atom donor N, O dan logam M sehingga menghasilkan senyawa kompleks yang lebih stabil. Senyawa kompleks basa Schiff yang stabil dapat digunakan dalam berbagai bidang seperti katalis oksidasi, antijamur, anti-HIV, antikanker, antimikroba dan sebagai agen antibakteri (Gwaram *et al.*, 2012).

Gambar 1 merupakan contoh senyawa kompleks dengan ligan basa Schiff yang menyumbangkan pasangan elektron dari atom donor N dan O membentuk ikatan koordinasi dengan logam M.

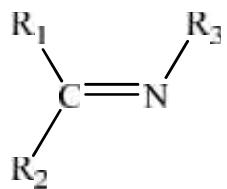


Gambar 1. Senyawa kompleks dengan ligan basa Schiff dari 1,2,3,6-oksatriazin dan salisiladehida (El Halabi *et al.*, 2005).

B. Ligan Basa Schiff

1.1 Pembentukan Ligan Basa Schiff

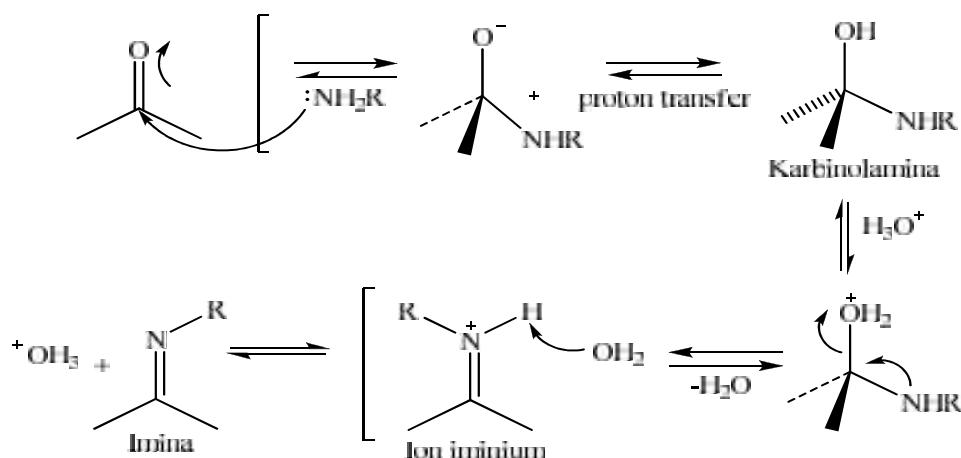
Basa schiff merupakan senyawa imina dengan karakteristik ikatan (R–C=N–R) dan merupakan jenis ligan multidentat. Derivat ini bisa diperoleh melalui kondensasi amina primer dengan senyawa karbonil seperti aldehida atau keton. Basa Schiff sering digunakan sebagai ligan dalam bidang senyawa koordinasi, salah satu alasannya yaitu ikatan hidrogen intramolekuler antara atom O dan N yang berperan penting dalam pembentukan senyawa kompleks, dan transfer proton dari atom hidroksil (O) ke imina (N). Gambar 2 menunjukkan struktur umum basa Schiff.



R1, R2, dan R3 = alkil atau aril

Gambar 2. Struktur umum basa Schiff (Brodowska, 2014).

Pada umumnya basa Schiff dari turunan keton disebut dengan ketamina, sedangkan dari turunan aldehida disebut dengan aldimina. Senyawa yang mengandung gugus $-\text{NH}_2$ seperti amina primer dapat direaksikan dengan aldehida atau keton melalui proses dua tahap yaitu tahap adisi dan tahap eliminasi. Tahap adisi amina nukleofilik pada karbon karbonil yang bermuatan positif parsial diikuti dengan lepasnya proton dari nitrogen dan diperoleh proton oleh oksigen. Tahap eliminasi yaitu terjadinya protonasi gugus $-\text{OH}$ yang kemudian dapat lepas sebagai air (Fessenden *and* Fessenden, 1997). Gambar 3. Menunjukkan mekanisme reaksi pembentukan basa Schiff.

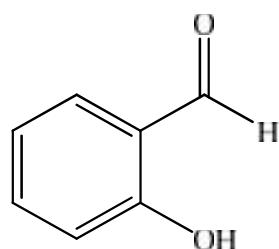


Gambar 3. Mekanisme reaksi pembentukan basa Schiff (Xavier *and* Srividhya, 2014).

Menurut Yildirim *et al.*, (2002) gugus R yang terikat pada nitrogen imina dapat menyebabkan efek geometri pada senyawa kompleks yang terbentuk antara basa Schiff jenis ON dengan logam transisi. Pembentukan basa Schiff dari aldehida maupun keton merupakan reaksi yang reversibel. Reaksi ini secara umum terjadi dibawah katalis asam atau basa ataupun dengan pemanasan dan pembentukannya dilakukan sampai pemisahan produk atau penghilangan air ataupun keduanya. Banyak dari basa Schiff dapat dihidrolisis kembali kedalam bentuk aldehida atau keton dan amina dengan adanya asam dan basa *aquous* (Solankee and Thakor, 2006).

1.2 Salisilaldehida

Salisilaldehida merupakan aldehida aromatik sintesis yang mempunyai gugus formil atau aldehida ($-CHO$) dalam struktur kimianya. Radikal formil dalam senyawa aromatik pada salisilaldehida terikat pada inti benzen. Salisilaldehida dengan rumus molekul ($C_6H_4CHO-2-OH$) merupakan senyawa berbentuk cairan berminyak berwarna merah gelap dengan massa molar 122,12 g/mol. Gambar 4 menunjukkan struktur dari salisilaldehida.

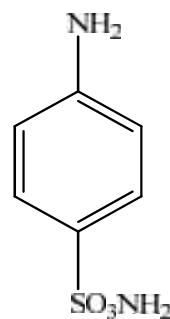


Gambar 4. Struktur salisilaldehida (Bhagat *et al.*, 2013)

Salisilaldehida diubah menjadi ligan khelat melalui kondensasi dengan amina primer (Iftikhar *et al.*, 2018). Dalam penelitian ini, salisilaldehida direaksikan dengan amina primer membentuk basa Schiff sebagai suatu ligan. Ligan basa Schiff dari suatu salisilaldehida dengan amina primer dapat membentuk senyawa kompleks dengan banyak ion logam transisi, dimana atom oksigen mengikat logam untuk membentuk cincin khelat. Dalam hal ini, reaksi kondensasi antara salisilaldehida dengan amina primer diperoleh dari atom O pada sulfanilamida dan akan digantikan dengan NR (R=aril, alkil). Salah satu senyawa yang memiliki gugus amina primer yang dapat digunakan dalam pembentukan ligan basa Schiff yaitu sulfanilamida.

1.3 Sulfanilamida

Sulfanilamida ($C_6H_8N_2O_2S$) merupakan senyawa organik yang terbentuk dari turunan anilin dengan kelompok sulfonamida yang memiliki massa molar 172.20 g/mol. Sulfanilamida memiliki gugus amina primer yang dapat membentuk imina dengan aldehida atau keton. Gambar 5. menunjukkan struktur dari sulfanilamida.



Gambar 5. Struktur sulfanilamida (Borba *et al.*, 2013)

Menurut Salehi *et al.*, (2016), sistem yang mengandung kedua kelompok azometin dan sulfanilamida menunjukkan aktivitas biologis seperti antimalaria, antibakteri, antijamur (Subudhi *and Ghoshynthesis*, 2012) dan antimikroba (Singh *et al.*, 2010). Kimia koordinasi dari senyawa kompleks imina sulfonamida memiliki sifat yang menarik misalnya mencegah pembentukan asam dihidrofolik, suatu senyawa yang disintesis oleh bakteri untuk kelangsungan hidup bakteri (Subashini *et al.*, 2009).

C. Ion Logam Fe(II) sebagai Atom Pusat

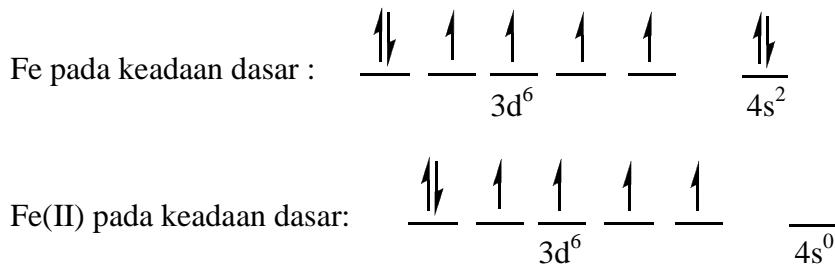
Besi merupakan salah satu logam dalam deret transisi pertama dengan konfigurasi elektron $[Ar] 3d^6$ yang dapat membentuk senyawa kompleks (Sukardjo, 1992). Besi berada pada rentang tingkat oksidasi yang lebar, yaitu dari bilangan oksidasi -2 hingga +6. Namun bilangan oksidasi +2 dan +3 paling banyak terdapat di alam. Penggunaan ion logam besi sebagai ion pusat karena kemampuannya membentuk tingkat oksidasi yang bervariasi dan mampu membentuk ikatan koordinasi. Besi membentuk senyawa utamanya dalam tingkat oksidasi +2 dan +3. Senyawa Fe(II) disebut fero dan senyawa Fe(III) disebut feri. Senyawa besi yang diproduksi dalam industri skala besar adalah Fe(II) sulfat ($FeSO_4 \cdot 7H_2O$) dan Fe(III) klorida ($FeCl_3$).

Fe(II) dapat mudah dioksidasikan menjadi Fe(III), maka merupakan zat pereduksi yang kuat. Semakin kurang asam larutan semakin nyatalah efek ini; dalam suasana netral atau basa bahkan oksigen dari atmosfer akan mengoksidasi besi (II). Garam-garam Fe(III) atau feri diturunkan dari oksida Fe(III), salah satunya

garam Fe_2O_3 lebih stabil daripada garam Fe(II). Dalam larutannya, terdapat kation-kation Fe^{3+} yang berwarna kuning muda; jika larutan mengandung klorida, warna menjadi semakin kuat. Zat-zat pereduksi mengubah Fe(III) menjadi Fe(II). Ion ferro $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{2+}$ memberikan garam berkristal. Asam klorida encer atau pekat dan asam sulfat encer melarutkan besi, dimana dihasilkan garam-garam Fe(II) dan gas hidrogen (Svehla, 1990).

Besi (Fe) memiliki berat molekul 55,84 g/mol, berbentuk padat pada suhu kamar, bewarna abu-abu perak, memiliki titik didih 2.862°C dan titik leleh 1.538°C . Dalam konfigurasi elektron $3d$ dan $4s$ pada besi relatif memiliki energi yang berdekatan, sehingga dapat kehilangan elektron dalam jumlah yang bervariasi dan tidak ada titik yang jelas ionisasi lebih lanjut yang tidak menguntungkan.

Konfigurasi elektron besi adalah $[\text{Ar}] 3d^6 4s^2$, sedangkan konfigurasi elektron Fe(II) adalah $[\text{Ar}] 3d^6 4s^0$ seperti disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Konfigurasi elektron Fe dan Fe(II) (Syarifudin, 1994).

Menurut Widowati *et al.*, (2008) senyawa besi banyak digunakan dalam bidang industri. Katalis besi secara tradisional digunakan dalam proses Haber-Bosch untuk produksi amonia dan proses Fischer-Tropsch untuk konversi karbon monoksida menjadi hidrokarbon untuk bahan bakar dan pelumas.

Serbuk besi dalam pelarut asam digunakan dalam reduksi Bechamp yaitu reduksi nitrobenzena menjadi anilin (McKetta, 1989).

D. Teori Pembentukan Senyawa Kompleks

Dalam rangka menjelaskan sifat pengikatan logam terhadap ligan, yaitu bagaimana ligan mempengaruhi tingkat-tingkat energi orbital *d*, para ahli senyawa koordinasi mengemukakan teori ikatan valensi, teori medan kristal, dan teori orbital molekul. Ketiga teori ini saling melengkapi dalam menjelaskan struktur, sifat magnet, dan sifat spektroskopi senyawa koordinasi.

1. Teori Ikatan Valensi

Berdasarkan teori ini, pembentukan senyawa kompleks melibatkan reaksi antara asam Lewis (atom pusat) dengan basa-basa Lewis (ligan-ligan) melalui ikatan kovalen koordinasi (Effendy, 2007). Teori ini didasari atas pembentukan ikatan hibrida dari orbital hibrida. Ikatan hibrida atau orbital hibrida terbentuk bila orbital-orbital atom pusat menyediakan sejumlah orbital kosong yang jumlahnya sesuai dengan bilangan koordinasi. Orbital hibrida diisi oleh $2e^-$ (sepasang elektron) dengan *spin* berlawanan arah. Teori ini berkaitan dengan struktur elektron keadaan dasar atom logam pusat dan dapat digunakan untuk menerangkan sifat magnet pada senyawa kompleks. Informasi tentang jenis orbital hibrida juga dapat digunakan untuk menentukan bentuk geometri senyawa kompleks.

Hibridisasi dapat diperkirakan dari bentuk geometri molekul atau senyawa hasil eksperimen (Sharpe, 1992). Geometri hasil hibridisasi beberapa orbital lain ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Orbital hibridisasi beberapa konfigurasi geometri

Bilangan Koordinasi	Konfigurasi Orbital	Bentuk Geometri	Ion Kompleks
2	sp	<i>Linear</i>	$[\text{Ag}(\text{NH}_3)_2]^+$
3	sp^2	<i>Trigonal</i>	$[\text{HgI}_3]^-$
4	sp^3	<i>Tetrahedral</i>	$\text{Ni}(\text{CO})_4$
	dsp^2	<i>Square Planar</i>	$[\text{Ni}(\text{CN})_4]^{2-}$
5	dsp^3	<i>Trigonal Bipyramida</i>	$[\text{CuCl}_5]^{3-}$
6	d^2sp^2 $d^2sp^3 sp^3d^2$	<i>Square Pyramid</i> <i>Oktahedral</i>	$[\text{Ni}(\text{CN})_5]^{3-}$ $[\text{Co}(\text{NH}_3)_6]^{3+}$

(Sharpe, 1992)

2. Teori Medan Kristal

Menurut teori ini, interaksi antara logam atau atom pusat dan ligan dalam kompleks adalah murni elektrostatik. Logam transisi sebagai atom pusat diasumsikan sebagai ion positif yang dikelilingi oleh ligan yang bermuatan negatif atau molekul netral yang mempunyai pasangan elektron bebas (Lee, 1994).

Interaksi ini menimbulkan medan kristal dan menyebabkan naiknya tingkat energi semua orbital yang dimiliki oleh atom pusat, serta menyebabkan pemisahan orbital-orbital *d* dari atom pusat, tetapi tidak menyebabkan pemisahan orbital-orbital *p* (Effendy, 2007).

Fajans dan Tsuchida berhasil membuat urutan relatif kekuatan beberapa ligan.

Beberapa ligan tersebut dapat dideretkan dalam suatu deret spektrokimia atau

deret Fajans-Tsuchida berdasarkan kekuatan medannya, yang tersusun sebagai berikut: $I^- < Br^- < S^{2-} < SCN^- < Cl^- < NO^{3-} < F^- < OH^- < Ox^{2-} < H_2O < NCS^- < NH_3 < en < bipy < fen < NO^{2-} < fosfina < C_6H^{5-} < CN^- < CO$, dengan ox = oksalat, en = etilendiamin, bipy = bipiridin dan fen = fenantrolin. Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan medan kristal yaitu muatan atom pusat, jumlah ligand dan geometri dari kompleks (Effendy, 2007).

3. Teori Orbital Molekul

Teori orbital molekul adalah teori yang menjelaskan ikatan kimia meliputi sifat magnet dan sifat molekul melalui diagram orbital molekul. Teori orbital molekul menggambarkan ikatan kovalen melalui istilah orbital molekul yang dihasilkan dari interaksi orbital-orbital atom dari atom yang berikatan dengan molekul secara keseluruhan. Seperti halnya untuk menjelaskan sifat-sifat ion kompleks, teori orbital molekul juga dapat dijadikan pendekatan yang baik. Karena teori orbital molekul dapat menjelaskan fakta bahwa ikatan antara ion logam dan ligand bukan hanya merupakan ikatan ion yang murni tetapi juga terdapat ikatan kovalen pada ion atau senyawa kompleks (Atkins *et al.*, 2006).

Teori orbital molekul menunjukkan orbital ligand yang bersesuaian simetrinya akan mengalami tumpang tindih (*overlapping*) dengan orbital logam dan membentuk orbital molekul ikatan dan orbital molekul anti ikatan (Cotton *et al.*, 1995). Kelebihan dari teori ini dibandingkan teori medan kristal adalah bahwa teori ini menjelaskan adanya ikatan pi yang terjadi antara ligand dan atom pusat. Ikatan dapat menjelaskan posisi ligand dalam deret spektrokimia.

Kelemahan dari teori orbital molekul adalah teori ini tidak dapat digunakan untuk menghitung entalpi pembentukan kompleks dan energi ikatan (Lee, 1994).

F. Analisis Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff

Analisis senyawa kompleks Fe(II) dengan ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida dilakukan beberapa metode analisis. Bentuk struktur dan gugus fungsi dari ligan basa Schiff dan senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff yang terbentuk dikarakterisasi dengan menggunakan metode spektrofotometri, baik menggunakan spektrofotometer ultraungu-tampak (UV-Vis) serta spektrofotometer inframerah. Sifat fisik suatu kompleks Fe(II) basa Schiff yang terbentuk dengan menggunakan metode analisis termal DT-TGA (*Differential Thermal - Thermogravimetric Analysis*).

1.1 Spektrofotometer Ultraungu-Tampak (UV-Vis)

Spektrofotometer adalah sebuah instrumen yang mengukur absorpsi atau penyerapan cahaya dengan energi (panjang gelombang) tertentu oleh suatu atom atau molekul. Spektrofotometer yang digunakan dalam daerah spektrum UV (ultraviolet) dan visual (sinar tampak). Molekul dalam daerah energi ini akan mengalami transisi elektron. Spektrofotometri UV-Vis merupakan suatu spektrofotometri absorpsi berdasarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang 160 sampai 780 nm (Skoog *et al.*, 1998). Spektrofotometer UV-Vis pada prinsipnya terdiri dari sumber radiasi (*source*), monokromator, sel, fotosel dan detektor.

Spektrofotometer digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, diemisikan, atau direfleksikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Absorbans dari larutan sampel yang diukur spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk mengukur intensitas sinar yang dilalui menuju sampel (I) dan membandingkannya dengan intensitas sinar sebelum dilewatkan ke sampel tersebut (I_0). Rasio I/I_0 disebut transmitan (T), sedangkan absorbans diperoleh dari transmitan tersebut dengan rumus $A = -\log T$ sesuai dengan hukum dasarnya yaitu hukum Lambert Beer.

Sampel yang dapat diukur oleh spektrofotometer UV-Vis adalah sampel yang berwarna atau dibuat berwarna. Proses yang dapat dilakukan untuk membuat larutan berwarna adalah oksidasi atau pembentukan senyawa kompleks. Warna senyawa kompleks dapat dideteksi dengan mengukur panjang gelombang yang diserap oleh senyawa kompleks menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Yenita, 2012). Tabel 2 menunjukkan beberapa kromofor senyawa organik dan senyawa aromatik dengan puncak absorpsi dan absorpsivitas molar serta transisi molar yang mungkin terjadi.

Tabel 2. Absorpsi senyawa aromatik pada Spektrofotometer UV-Vis

Kromofor/senyawa	() maks	maks	Transisi
Karbonil	186-280	$1,0 \times 10^3 - 16$	n *
Azometin	339	60	n *
Keton	282	27	Delokalisasi n*
Benzen	204	9×10^2	*
Anilin	230	$8,6 \times 10^3$	*

(Sumber : Khopkar, 1990)

1.2 Spektrofotometer Inframerah (IR)

Radiasi inframerah ditemukan oleh Sir William Herschel pada tahun 1880.

Penggunaan spektrofotometri inframerah lebih banyak ditujukan identifikasi suatu senyawa. Spektrofotometri inframerah merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk membedakan konfigurasi maupun konformasi molekul organik dan juga molekul kompleks yang mengandung ligan senyawa organik (Khopkar, 1990). Serapan yang terjadi di daerah 200-3500 cm⁻¹ terutama disebabkan oleh vibrasi yang mungkin terjadi ligan koordinasi. Pada Tabel 3 menunjukkan pita serapan gugus fungsi pada spektrofotometer inframerah.

Tabel 3. Pita serapan gugus fungsi pada Spektrofotometer Inframerah

Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm ⁻¹)
v(M – N)	400 – 600
v(N – H)	660 – 900
v (C – N)	1020 – 1220
v (N = N)	1400 – 1500
v (C = N)	1600 – 1660
v (C = O)	1710 – 1720
v (C – H)	3000 – 3100
v (O – H)	3100 – 3700

(Sumber : Khopkar, 1990)

Pada penelitian sebelumnya, ligan basa Schiff memiliki karakteristik yang menarik yaitu gugus azometin atau imina (R–C=N–R) dapat terlihat dalam spektrum inframerah pada daerah frekuensi sekitar 1600 cm⁻¹ (Rajavel and Sakthilatha, 2013). Hal ini berkaitan dengan vibrasi uluran v(C=N) dari gugus imina basa Schiff.

Pergeseran pita serapan dapat terjadi ke arah frekuensi yang lebih tinggi atau kearah frekuensi yang lebih rendah akibat pembentukan ikatan koordinasi antara atom nitrogen imina dari basa Schiff dengan ion logam (Liu *et al.*, 2006).

1.5 DT-TGA

DT-TGA (*Differential Thermal – Thermogravimetric Analysis*) merupakan salah satu metode analisis termal. Metode ini didasarkan pada perubahan kandungan panas akibat terjadinya perubahan temperatur. Dalam metode ini terjadi perubahan berat dalam sampel sebagai fungsi temperatur. Analisis ini memberikan informasi tentang kestabilan termal, kandungan uap dan pelarut, kandungan senyawa tambahan, suhu oksidasi dan suhu dekomposisi (Rohaeti dan Surdia, 2003).

Prinsip penggunaan TGA ialah mengukur kecepatan rata-rata perubahan massa suatu bahan atau cuplikan sebagai fungsi dari suhu atau waktu pada atmosfir yang terkontrol. Pengukuran digunakan khususnya untuk menentukan komposisi dari suatu bahan atau cuplikan dan untuk memperkirakan stabilitas termal pada suhu diatas 1000°C. Proses kehilangan massa terjadi karena adanya proses dekomposi yaitu pemutusan ikatan kimia, evaporasi yaitu kehilangan atsiri pada peningkatan suhu, reduksi yaitu interaksi bahan dengan pereduksi, dan desorpsi. Sedangkan kenaikan massa disebabkan oleh proses oksidasi yaitu interaksi bahan dengan suasana pengoksidasi dan absorpsi (Prasetyoko *et al.*, 2016).

Analisa termal diferensial adalah teknik dimana suhu dari sampel dibandingkan dengan material referen inert selama perubahan suhu terprogram.

Suhu sampel dan referen akan sama apabila tidak terjadi perubahan, namun pada saat terjadinya beberapa peristiwa termal (Khopkar, 1990). Menurut Yu *et al* (2009), dekomposisi ligan basa Schiff terjadi pada suhu antara 285,3 – 560°C.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan dalam rentang waktu dari Juli 2018-Desember 2018.

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Anorganik/Fisik, Jurusan kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Karakterisasi ligan basa Schiff dan senyawa kompleks basa Schiff menggunakan spektrofotometer UV-Vis dilakukan di Laboratorium Biokimia FMIPA Universitas Lampung. Penentuan gugus fungsi menggunakan spektrofotometer Inframerah (IR) dilakukan di Laboratorium terpadu Universitas Islam Indonesia. Analisis termal menggunakan DT/TGA dilakukan di Laboratorium Biomassa FMIPA Universitas Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat-alat yang digunakan

Adapun alat yang digunakan dalam percobaan ini antara lain: alat-alat gelas yang umum digunakan di Laboratorium, perangkat refluks, cawan petri, desikator, *magnetic stirrer*, spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer inframerah (IR), dan DT-TGA (*Differential Thermal –Thermogravimetric Analysis*).

2. Bahan-bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu salisilaldehida ($C_7H_6O_2$), sulfanilamida ($C_6H_8N_2O_2S$), garam Mohr ($(NH_4)_2Fe(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$), metanol, etanol, akuades, akuabides dan kertas saring *whatman*.

C. Prosedur Kerja

1. Sintesis Ligan Basa Schiff

Sintesis ligan basa Schiff dari salisilaldehida dan sulfanilamida dilakukan dengan perbandingan 1:1 (Sembiring, 2017). Sebanyak 0,122 g salisilaldehida dan 1,72 g sulfanilamida dicampurkan dalam 15 mL metanol dalam labu bundar 50 mL. Campuran direfluks selama 2 jam dengan suhu 78-80°C menggunakan *magnetic trirrer*. Larutan ligan basa Schiff hasil sintesis dimasukkan dalam gelas kimia 50 mL dalam desikator hingga membentuk kristal. Kristal yang diperoleh dicuci dengan akuabides dan disaring menggunakan kertas saring *whatman*. Kristal ligan basa Schiff yang diperoleh dikeringkan dalam desikator hingga berat konstan. Kemudian kristal tersebut dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan spektrofotometer inframerah.

2. Sintesis Senyawa Kompleks Fe(II) Basa Schiff

Sebelum dilakukan sintesis senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff, terlebih dahulu dilakukan perhitungan stoikiometri senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff. Penentuan stoikiometri senyawa kompleks dilakukan dengan mencampurkan

ligan basa Schiff dengan ion logam Fe(II) berdasarkan variasi konsentrasi basa Schiff seperti yang disajikan dalam Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan stoikiometri senyawa kompleks dengan variasi mol basa Schiff

No	Fe(II) (10^{-2} mol)	basa Schiff (10^{-2} mol)
1	1	1
2	1	2
3	1	3

Reaksi pembentukan senyawa kompleks dari tiap variasi dilakukan dengan proses refluks selama 2 jam dengan suhu 78-80°C menggunakan *magnetic stirrer*.

Senyawa kompleks yang terbentuk dicuci dengan aquabides, disaring menggunakan kertas saring *whatman* dan dikeringkan dalam desikator hingga berat konstan. Senyawa kompleks yang terbentuk dilakukan karakterisasi menggunakan spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer inframerah dan DTA/TGA.

D. Karakterisasi Senyawa Kompleks

1. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer UV-Vis

Dilakukan pengukuran panjang gelombang maksimum (λ_{maks}) dari senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff. Sebanyak 0,01 g senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff dilarutkan dalam 100 mL pelarut yang sesuai, kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diamati absorbansinya pada panjang gelombang 200-600 nm.

2. Karakterisasi menggunakan Spektrofotometer IR

Senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff hasil sintesis dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer inframerah. Sampel yang akan dianalisis terlebih dahulu dicampur dengan serbuk KBr (5 – 10%) sampel dalam serbuk KBr, kemudian tempatkan pada *sample pan* dan siap untuk dianalisis. Campuran yang sudah terbentuk kemudian dibuat pellet KBr (pil KBr) dengan alat *mini hand press*. Setelah terbentuk pil KBr maka sampel siap dianalisis.

3. Karakterisasi menggunakan DT-TGA

Sifat termal dari senyawa kompleks Fe(II) basa Schiff hasil sintesis diukur menggunakan DT-TGA (*Differential Thermal –Thermogravimetric Analysis*). Tabung yang telah diisi sampel dengan variasi suhu dan konsentrasi tertentu dimasukkan termokoppel. Kemudian dipanaskan dengan laju tertentu. Hasil pengaluran T sebagai fungsi T merupakan indikasi perolehan atau kehilangan energi dan perubahan berat dari sampel yang diteliti.

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Ligan basa Schiff hasil sintesis antara salisilaldehida dan sulfanilamida dengan perbandingan 1:1 diperoleh kristal padat berwarna kuning dengan berat 2,45 g dengan rendemen 89%.
2. Senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ diperoleh kristal padat berwarna kuning kecoklatan seberat 0,554 g dengan rendemen 86%
3. Hasil analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis menunjukkan bahwa senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ mengalami pergeseran sejauh 113 nm ke arah maks yang lebih panjang dibandingkan dengan maks ligan basa Schiff sebelum dikomplekskan.
4. Hasil analisis menggunakan spektrofotometer IR, terbentuknya senyawa kompleks ditandai dengan adanya ikatan ion logam dengan atom nitrogen (M-N) pada daerah 548 cm^{-1} dan ion logam dengan atom oksigen (M-O) pada daerah 421 cm^{-1} .
5. Hasil analisis menggunakan DT/TGA pada senyawa kompleks $[Fe(C_{13}H_{12}N_2O_3S)_2]SO_4$ terjadi pengurangan berat pada molekul SO_4^{2-} pada suhu 200-282,6°C dan dua molekul ($C_{13}H_{12}N_2O_3S$) pada suhu 282,6-460,4°C.

B. Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka disarankan pada penelitian lebih lanjut senyawa kompleks hasil sintesis perlu dilakukan pengukuran momen magnet menggunakan MSB(*Magnetic Susceptibility Balance*). Pengukuran ini dilakukan supaya dapat mengetahui momen magnet dari suatu kompleks guna mengetahui sifat kemagnetan senyawa kompleks yang terbentuk dalam pemanfaatan sebagai *contrast agent*.

DAFTAR PUSTAKA

- Atkins, P.W., Overton, T.L., Rourke, J.P., Weller, M.T. and Armstrong, F.A. 2006. *Inorganic Chemistry, fourth edition.* W.H. Freeman and Company. New York. 215-219 pp.
- Arulmurugan, S., Helen P. Kavitha and B.R. Venkatraman. 2010. Biological Activities of Schiff Base and Its Complexes: A Review. *Rasayan Journal Chemistry.* 3:385-410.
- Azzouz, T A.S.P. and Asmaa B.N.Al-Dabagh He. 2008. Uv and Ir Spectra of Some Schiff Bases Derived from Salicylaldehyde and O-Methoxybenzaldehyde. Study The Influence of Concentration of Schiff Base on Tautomerism Reaction Process. *National Journal Of Chemistry.* 32:677-686.
- Banerjea, D. 1993. *Coordination Chemistry.* Tata McGraw Publishing Company Limited. New Delhi. 26 pp.
- Bhagat, Sunita, Nutan Sharma, and Tejpal Singh Chundawat. 2013. Synthesis of Some Salicylaldehyde-Based Schiff Bases In Aqueous Media. *Journal of Chemistry.* 4:1-4.
- Borba, A., Andrea Gómez-Zavaglia and Rui. 2013. Faus to conformational Land scape, Photochemistry, and Infrared Spectra of Sulfanilamide. *the Journal of Physical Chemistry.* 117:704–717
- Bowser, J.R. 1993. *Inorganic Chemistry.* Brooks/Cole Publishing Company. California. 480-486 pp.
- Brodowska, K. 2014. *Schiff Bases – Interesting Range of Applications In various Fields of Science.* Institute of General Food Chemistry, Lodz University of Technology. Polandia. 150-155 pp.
- Chang, Raymond. 2005. *Kimia Dasar :Konsep-konsep Inti. Edisi Ketiga. Jilid 2.* Erlangga. Jakarta. 236-250 hlm.
- Cotton, F. A. dan G. Wilkinson Cotton F. A. 1989. *Kimia Anorganik Dasar.* Universitas Indonesia Press. Jakarta. 572-608 hlm.

- Cotton, F. A., G. Wilkinson and P. L. Gauss. 1995. *Inorganic Chemistry, Third Edition*. Jhon Wiley and Sons. New York. 1248-1259 pp.
- Divya., Kumble, Geetha M. Pinto and Asha F Pinto. 2017. Application of Metal Complexes of Schiff Bases as an Antimicrobial Drug: a Review of Recent Works. *International Journal of Current Pharmaceutical Research*. 9:27-30.
- Effendy. 2007. *Perspektif Baru Kimia Koordinasi. Edisi Pertama*. Bayu media Publishing. Malang. 129-160 hlm.
- Elzahany, E.A. 2008. Synthesis, Characterization and Biological activity of Some Transition Metal Complexes with Schiff Base Derived from 2-Formylindole, Salicyladehide, and N-amino Rhodanine. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*. 2:210-220.
- El Halabi, N. M. and A. M. Awadallah. 2005. Shintesis and Characterization of Ni(II), Pd(II) and Cu(II) Complexes of Schff Base Derived from Amino-1,2,3,6-Oxatriazine Salicylaldehyde. *Islamic University Journal*. 2:85-90.
- Febriany, S. 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. 47-51 hlm.
- Fessenden, R.J. and Fessenden J.S. 1982. *Kimia Organik. Edisi Ketiga, Jilid 2*. Erlangga. Jakarta. 417-455 hlm.
- Fessenden, R.J. and Fessenden, J.S. 1997. *Dasar-dasar Kimia Organik*. Binarupa Aksara. Jakarta. 436-453 hlm.
- Field, L.D., S. Sternhell, and J.R. Kalman. 1995. *Organic Structures from Spectra, Second Edition*. John Wiley and Sons. England. 7-20 pp.
- Gwaram, N.S., Ali, H.M., and Khaledi H. 2012. Antibacterial Evalution of Some Schiff Bases Derived from 2-Acetylpyridine and Their Metal Complexes. *Molecules*. 17:5952-5971.
- Gyliene,O., J. Alkaite, and O.Nivinskiene. 2004. Recovery of EDTA from Complex Solution Using Cu(II) as Precipitant and Cu(II) Subsequent Removal by Electrolysis. *Journal of Hazardous Materials*. 116:119-124.
- Hussain, Zainab, Majid Khalaf, Hadeel Adil, Dheaa Zageer, Firas Hassan, Salam Mohammed, and Emad Yousif. 2016. Metal Complexes of Schiff's Bases Containing Sulfonamides Nucleus: a Review Research. *Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*. 7:1008-1025

- Iftikhar B.A., Kanwal J.B., Muhammad S., Zareen A.A., Bushra M.B., and Vickie M. 2018. Synthesis, Characterization and Biological Assay of Salicylaldehyde Schiff Base Cu(II) Complexes and Their Precursors. *Journal of Molecular Structure.* 1155:337-348.
- Jacob G. and Elmers H. J. 2007. Epitacial Film of the Magnetic Shape Memory Material Ni₂MnGa. *Journal of Magnetism and Magnetic Materials.* 310:2779-2781.
- Jolly, W. L. 1991. *Modern Inorganic Chemistry.* Mc Graw-Hill Book, Inc. Singapura. 655 pp.
- Khadra, Ahmad S.A., Rabie S.F., Alaa E., and Mokhtar A.H. 2016. Synthesis, Characterization and Antimicrobial Activity of Schiff Base (E)- N -(4-(2-Hydroxybenzylideneamino) Phenylsulfonyl) Acetamide Metal Complexes. *American Journal of Analytical Chemistry.* 7:233-245.
- Khopkar, S.M. 1990. *Konsep Dasar Kimia Analitik.* Universitas Indonesia Press. Jakarta. 405-429 hlm.
- Lee, J. D. 1994. *Concise Inorganic Chemistry. Fourth Edition.* Chapman and Hall. London. 237-238 pp.
- Liu, J., B. Wu, B. Zhang, and Y. Liu. 2006. Syntesis and Characterization of Metal Complexes of Cu(II), Ni(II), Zn(II) and Cd(II) with Tetridentate Schiff Bases. *Turkish Journal of Chemistry.* 30:41-48.
- Lu, Yi H., Yu W.L., Cheng L.W., Qun S.B., Xiao L.C., and Rosa N.B. 2006. Uv-Visible Spectroscopic Study of The Salicylaldehyde Benzoylhydrazone and Its Cobalt Complexes. *Spectrochimica Acta.* 65:695–701.
- Maulana, I., Mulyasih Y., Yastiawan Y. 2008. Pembentukan Senyawa Kompleks dari Logam Gadolinium dengan Ligand Dietilentriaminpentaasetat (DTPA). (Skripsi). Laboratorium Anorganik, Jurusan Kimia FMIPA universitas Padjadjaran. 39-44 hlm.
- McKetta, John J., 1989. *Nitrobenzene and Nitrotoluene. Encyclopedia of Chemical Processing and Design: Volume 31 – Natural Gas Liquids and Natural Gasoline to Offshore Process Piping: High Performance Alloys.* CRC Press. USA. 166–167 pp.
- Muthuselvi C., I Selvi and S Pandiarajan. 2017. Growth, Characterization and Antibacterial Study of Sulfanilamide Doped by 4-Aminobenzoic Acid. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research.* 5:122-130.
- Nakamoto, K. 1978. *Infrared and Raman Spectra of Inorganic and Coordination Compound, Third Edition.* John Wiley and Sons Inc. New York. 257-180 pp.

- NIST Standard Reference Data. 2018.
<https://webbook.nist.gov/cgi/cbook.cgi?ID=C90028&Type=IR-SPEC&Index=1#IR-SPEC>. Diakses pada 20 Desember 2018.
- Pearson, R.G. 1963. Soft Acids and Bases. *Journal of the American Chemical Society*. 85:3533-3539.
- Prasetyoko, D., Fansuri, H., Ni'mah, Y. L., dan Fadlan, A. 2016. *Karakterisasi Struktur Padatan, Edisi Pertama*. Deepublish. Yogyakarta. 300-360 hlm.
- Quraishi, M.A, Ishtiaque A, Ashish K S, Sudhish K S, B. Lal, and Vakil Singhb. 2008. “N-(Piperidinomethyl) -3 [(Pyridylidene)Amino] Isatin: A New And Effective Acid Corrosion Inhibitor For Mild Steel”. *Materials Chemistry And Physics*. 112:1035-1039.
- Reddy, V., N. Patil,, T. Reddy,.and S. D. Angadi. 2008. Synthesis, Characterization and Biological Activities of Cu(Ii), Co(Ii), Ni(Ii), Mn(Ii), and Fe(Iii) Complexes with Schiff Base Derived from 3-(4-Chloro-Phenoxyethyl)-4-Amino-5-Mercapto-1,2,4-Triazole. *Journal of Chemistry*. 5:529-538.
- Rini, E.P. 2010. Sintesisdan Karakterisasi Kompleks Fe(II), Co(II), dan Ni (II) dengan Ligand Basa Schiff dari 1,5-Difenilkarbazon dan Anilin. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 42-47 hlm.
- Rohaeti, E dan N.M. Surdia. 2003. Pengaruh Variasi Berat Molekul Polietilen Glikol terhadap Sifat Mekanik Poliuretan. *Jurnal Matematika dan Sains*. 8:63-66.
- Rajavel, R. and D. Sakthilatha. 2013. Synthesis, Characterization and Biological Studies of Homobimetallic Schiff Base Cu(II) and Ni(II) Complexes. *Chemical Science Transactions*. 2:711-726.
- Salehi M., F. Ghasemia, M. Kubicki, A. Asadi, M. Behzad, M.H. Ghasemi and A. Gholizadeh. 2016. Synthesis, characterization, structural study and antibacterial activity of the Schiff bases derived from sulfanilamides and related copper(II) complexes. *Inorganica Chimica Acta*. 453:238:246.
- Saria,Y., Lucyanti, Nurlisa Hidayati dan Aldes Lesbani. 2012. Sintesis Senyawa Kompleks Kobalt dengan Asetilasetonato. *Jurnal Penelitian Sains*. 15:115-117.
- Sembiring, Z dan Ilim. 2008. Sintesis dan Karakterisasi Kompleks Cu(II) dan Mn(II) dengan Derivat Basa Schiff 1,5-Dimetilkarbazon dan Anilin. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Unila*. 263-270 hlm.

- Sembiring, Z., Iwan Hastiawan, Achmad Zainuddin dan Husein H Bahti. 2013. Sintesis Basa Schiff Karbazona Variasi Gugus Fungsi: Uji Kelarutan dan Analisis Struktur Spektroskopi Uv-Vis *Prosiding Semirata Fmipa Universitas Lampung.* 483-487 hlm.
- Sembiring, Z. 2017. Sintesis dan Karakterisasi Struktur Senyawa Kompleks Cu(II) dan Mn(II) dengan Basa Schiff Turunan Aldehida sebagai Indikator (Laporan Akhir Penelitian DIPA). Universitas Lampung. 29-30 hlm.
- Sharpe, G. 1992. *Inorganic Chemistry. Third Edition.* Oxford University Press. Oxford. 59-70 pp.
- Silverstein, R. M., Webster, F. X., and Kiemle, D. J. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Seventh Edition.* John Wiley and Sons, Inc. USA. 72-127 pp.
- Singh, U.K., S. N. Pandeya, A. Singh, B. K. Srivastava, and M. Pandey. 2010. Synthesis and Antimicrobial Activity of Schiff's and N-Mannich Bases of Isatin and Its Derivatives with 4-Amino-N-Carbamimidoyl Benzene Sulfonamide. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Drug Research.* 2:151-154.
- Skoog DA, Holler FJ., and Niemann TA. 1998. *Principle of Instrumental Analysis. Five Edition.* Saunders College. Florida. 120-127 pp.
- Solankee A. and I. Thakor. 2006. Synthesis of pyrazolines, isoxazolines and aminopyrimidines as biological potent agents. *Indian Journal of Chemistry.* 45:517-522.
- Subashini, A., M. Hemamalini, P. Thomas, G. Bocelli, and A. Cantoni. 2009. Synthesis and Crystal Structure of a New Schiff Base 4-[(2-hydroxybenzylidene)-amino]-N-(5-methyl-isoxazol-3-yl)-benzenesulfonamide. *Journal of Chemical Crystallography.* 39:112-116.
- Subudhi B.B., and G. Ghoshsynthesis. 2012. Antibacterial Activity of Some Heterocyclic Derivatives of Sulfanilamide. *Bulletin of The Chemical Society of Ethiopia.* 26:455-460.
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik.* Ghalia Indonesia. Jakarta. 128-188 hlm.
- Sukardjo., 1992. *Kimia Koordinasi, Edisi Ketiga.* Pt. Rineka Cipta. Jakarta. 43-49 hlm.
- Svehla, G. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro Bagian I.* PT Kalman Media Pusaka. Jakarta. 251-252 hlm.
- Syarifudin, N. 1994. *Ikatan Kimia.* UGM Press. Yogyakarta. 141-146 hlm.

- Tai, Xichi, Xianhong Yin, Qiang Chen., and Minyu Tan. 2003. Synthesis of Some Transition Metaln Complexes of a Novel Schiff Base Ligand Derived from 2,2'-Bis(P-Methoxyphenylamine) and Salicylaldehyde. *Molecules*. 28:439-443.
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf, R.R., 2008. *Efek Toksik Logam Pencegahan dan penanggulangan Pencemaran*, Edisi Pertama ANDI. Yogyakarta. 63-109 hlm.
- Xavier, A., and N. Srividhya. 2014. Synthesis and Study of base Ligands. *IOSR Journal of Applied Chemistry*. 7:06-15.
- Yang, L., Yang, X., Liu, J., Li, Y., Lou, Q. and Liu, Q.J. 2003. Synthesis, Characterization and Susceptibility of Bacteria Against Sulfamethoxydiazine Complexes of Copper(II), Zinc(II), Nickel(II), Cadmium(II), Chromium(III) And Iron(III). *Journal of Coordination Chemistry*. 56:1131-1139.
- Yenita. 2012. Aplikasi Kompleks Besi(II)-1,2,4-Triazol untukSenyawa Sensor Suhupada Display Fenomena Spin Crossover. (Tesis). Universitas Indonesia. 35-43 hlm.
- Yildirim, L. T., K. C. Emregul, R. Kurtaran, and O. Atakol. 2002. Structure and Electrochemical Behaviour of Bis[N(4-methylphenyl) salisylaldimine] copper(II) N,N' dimetylformamide solvate. *Crystal Research and Technology*. 27:1344-1351.
- Yu, Y. Y., H. D. Xian., J. F. Liu., and G. L. Zhao, 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.