

**SINTESIS DAN KARAKTERISASI SENYAWA KOMPLEKS
BIS- ETILENDIAMIN TEMBAGA(II)
DENGAN ANION NO₃⁻ dan BF₄⁻**

**SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF BIS-
ETHYLENEDIAMINE Cu(II) COMPLEXES WITH ANION
NO₃⁻ and BF₄⁻**

**Muhammad Fajrul Falah Albeewafa' dan
Kristian H. Sugiyarto**

*Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta
e-mail :kristiansugiyarto@yahoo.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesis kompleks [Cu(en)₂]X (X= NO₃⁻; BF₄⁻), dan mengetahui sifat magnetik, spektrum elektronik, inframerah dan konduktivitasnya.

Kompleks etilendiamin dengan garam Cu(NO₃)₂.6H₂O dan Cu(BF₄)₂.xH₂O telah disintesis dengan perbandingan mol logam dan mol ligan 1:2 dalam air. Terbentuknya kompleks ditandai oleh adanya perubahan warna. Kadar Cu ditentukan dengan AAS, komposisi kation dan anion diketahui dengan mengukur nilai daya hantar listriknya dan adanya gugus etilendiamin yang berikatan dengan atom pusat Cu²⁺ dianalisis dengan spektroskopi IR.

Formula kompleks yang diperkirakan dari analisis kadar Cu dalam kompleks dengan SSA dan nilai konduktivitas ekuivalen adalah [Cu(en)₂](NO₃)₂.1H₂O dan [Cu(en)₂](BF₄)₂.3H₂O. Senyawa kompleks Cu(II) menunjukkan sifat paramagnetik dengan nilai momen magnetik 1,6 – 1,8 BM. Spektrum UV-Vis menunjukkan satu pita serapan pada panjang gelombang 546,5 nm (18298 cm⁻¹) sesuai dengan tansisi elektronik ²E_g → ²T_{2g}. Spektra IR mengindikasikan adanya pergeseran serapan gugus fungsi pada etilendiamin. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa kompleks telah terbentuk.

Kata kunci: Sintesis senyawa kompleks, UV-Vis, kompleks [Cu(en)₂]²⁺

ABSTRACT

The purpose of this research was to synthesize complex $[\text{Cu}(\text{en})_2]\text{X}$ ($\text{X} = \text{NO}_3^-; \text{BF}_4^-$) and characterize the magnetic properties, electronic spectrum, infrared properties and its conductivity.

Ethylenediamine complexes with $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ and $\text{Cu}(\text{BF}_4)_2 \cdot x\text{H}_2\text{O}$ have been synthesized in a mole ratio of 1 : 2 to the metal ion with ligand salt in water. The formation of the complexes can be detected with change of the color. The Cu contents were determined with AAS, for cation-anion compositions were known by measuring its electrical conductivity value, while to study the existence of ethylenediamine cluster which binds with Cu^{2+} central atom was approved by the displacement of IR spectra.

The Complex formula were estimated from analysis of content of Cu in the complex with the SSA and the equivalent conductivity value are $[\text{Cu}(\text{en})_2](\text{NO}_3)_2 \cdot 1\text{H}_2\text{O}$ and $[\text{Cu}(\text{en})_2](\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. The Complex compounds of Cu(II) showed paramagnetic character with a value of the magnetic moment of 1.6 to 1.8 BM. UV-Vis spectrum revealed an absorption band at a wavelength 546.5 nm ($18\,298\text{ cm}^{-1}$). This is associated with the electronic transition ${}^2E_g \rightarrow {}^2T_{2g}$. The IR spectra indicated shifts of the absorption of the functional groups on ethylenediamine. This indicated that the complexes have been formed.

Keywords: Synthesis of complexes substances, UV-Vis, $[\text{Cu}(\text{en})_2]^{2+}$ complexes

PENDAHULUAN

Sintesis senyawa kompleks tembaga(II) dengan ligan etilendiamin telah banyak dilakukan dengan berbagai macam pasangan anion antarlain sulfat dan montmorillonite [1][2]. Tembaga(II) dengan ligan yang mengandung atom nitrogen dapat membentuk kompleks dengan struktur

yang bermacam-macam. Untuk senyawa kompleks tembaga(II) umumnya membentuk senyawa kompleks dengan bilangan koordinasi 4 dan 6 dengan geometri segiempat planar atau oktahedral [3]. Sintesis kompleks tembaga(II) dapat dilakukan secara refluks maupun dengan cara

pencampuran pada suhu kamar. Pelarut yang digunakan juga bervariasi seperti akuades, benzene, etanol, butanol, serta pelarut lainnya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mensintesis secara langsung senyawa kompleks tembaga(II) dengan ligan etilendiamin, serta untuk mengetahui karakteristik dan formula dari kompleks $[Cu(en)_2]X_2$ ($X=NO_3^-$; BF_4^-).

Karakteristik elektronik tembaga(II) ditentukan dari konfigurasi elektronik $3d^9$, sehingga ion tembaga(II) mempunyai satu elektron tidak berpasangan dan mempunyai sifat paramagnetik dengan nilai moment magnetik teori sebesar, $\mu_S = 1,73$ BM [4]. Dengan memiliki satu elektron tidak berpasangan diharapkan ion tembaga(II) dapat membentuk kompleks dengan ligan etilendiamin yang memiliki gugus amina dimana terdapat atom nitrogen dengan pasangan elektron bebas yang dapat mengisi orbital kosong pada ion tembaga(II) [5]. Dalam medan oktahedron mempunyai ground term 2E_g dengan term tereksitasi ${}^2T_{2g}$,

sehingga spektrum elektroniknya diharapkan muncul satu pita serapan yang diasosiasikan dengan transisi ${}^2E_g \rightarrow {}^2T_{2g}$.

Sintesis senyawa kompleks tembaga(II) dengan ligan yang mengandung gugus amina telah banyak dilakukan antara lain dengan ligan bidentat 2-feniletilamin dan difenilamin. Senyawa kompleks hasil sintesis mempunyai sifat paramagnetik dengan momen magnet 1,9 BM dan 1,71 BM [5,6]. Kompleks tembaga(II) dengan ligan 2-feniletilamin dan difenilamin mempunyai satu pita serapan masing-masing 595 nm dan 593 nm.

METODE PENELITIAN

Perkusor yang digunakan dalam sintesis adalah etilendiamin, $Cu(NO_3)_2 \cdot 6H_2O$ (p.a, E Merck), dan $Cu(BF_4)_2 \cdot xH_2O$ (p.a, E Merck). Untuk karakterisasi dengan UV-Vis, SSA *Shimadzu AA-6650*, Spektrofotometer Infra Merah (FTIR) *Shimadzu 1821 PC* dengan teknik pellet KBr, *Magnetic Suscepibility Balance Auto*

Sherwood Scientific 10169, dan konduktometer Jenway.

Preparasi sampel dilakukan dengan mereaksikan secara langsung larutan x mol MX_2 ($X=NO_3^-$ dan BF_4^-) dengan ligan etilendiamin berlebih, kemudian diuapkan pada suhu $< 100^\circ C$ untuk lebih meningkatkan konsentrasinya selama 3 jam. Padatan yang diperoleh kemudian disaring, lalu di keringkan dengan suhu ruangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kenampakan Warna, Daya hantar Listrik dan Formulasi Kompleks

Reaksi secara langsung ion tembaga(II) dengan ligan etilendiamin menghasilkan warna biru tua sesuai dengan warna kompleks tembaga(II) [1]. Berdasarkan data SSA menghasilkan rumus empiris kompleks $Cu(en)_2(NO_3)_2 \cdot H_2O$ dan $Cu(en)_2(BF_4)_2 \cdot 3H_2O$ dengan kadar tembaga masing-masing adalah 19,7% (teoritis 19,51%) dan 15,6% (teoritis 15,43%) seperti ditunjukkan Tabel 1.

Tabel 1. Warna dan Formula Empiris Kompleks

Senyawa	Kandungan Logam		Warna
	Teoritis (%)	Hasil AAS (%)	
$Cu(en)_2(NO_3)_2 \cdot H_2O$	19,51	19,7	Biru
$Cu(en)_2(BF_4)_2 \cdot 3H_2O$	15,43	15,6	Biru

Dari Tabel 1 dapat diperoleh informasi ion tembaga(II) membentuk kompleks bis-etilendiamin. Bilangan koordinasi diketahui dari hasil pengukuran daya hantar listrik (Tabel 2) yang dapat mencerminkan sifat ionik serta jumlah ion-ion kompleks.

Tabel 2. Data Konduktivitas Molar dan Reverensi

Senyawa kompleks	$\Lambda_c(\Omega^{-1} \cdot cm^2 \cdot mol^{-1})$	n/ mol ekul	Formula yang diusulkan
$Cu(en)_2(NO_3)_2 \cdot H_2O$	42,43	3	$[Cu(en)_2(H_2O)_2] (NO_3)_2$ dalam larutan
	42,43	3	
	42,43	3	
$Cu(en)_2(BF_4)_2 \cdot 3H_2O$	41,51	3	$[Cu(en)_2(H_2O)_2] (BF_4)_2 \cdot 3H_2O$
	41,51	3	
	41,51	3	
$CuSO_4 \cdot 5H_2O$	8,60	2	
$CuCl_2 \cdot 6H_2O$	47,16	3	
$AlCl_3 \cdot 6H_2O$	90,96	4	

Untuk ion kompleks Cu(II) terjadi kompleks bis-etilendiamin dengan rumus empiris $\text{Cu(en)}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Cu(en)}_2(\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Kompleks bis-etilendiamintembaga(II) dalam larutan sangat stabil [2]. Kompleks yang terbentuk menunjukkan adanya perbandingan kation dan anion 2:1 dan mempunyai 3 ion tiap molekul berdasarkan data konduktivitas ekuivalen (Tabel 2). Dengan demikian formula kompleks dapat ditentukan yakni $[\text{Cu(en)}_2(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ dalam larutan. Dalam bentuk padatnya mempunyai formula $[\text{Cu(en)}_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$ dan $[\text{Cu(en)}_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{BF}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$.

2. Momen Magnetik

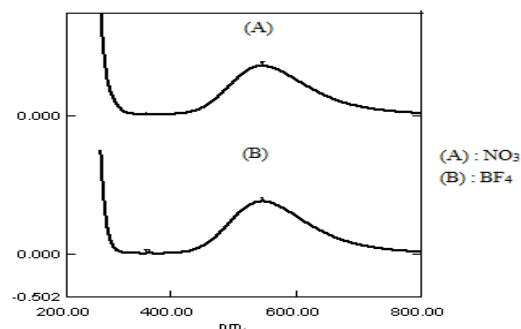
Kedua kompleks mempunyai nilai momen magnetik (μ_{eff}) sebesar 1,59-1,8 BM, sesuai dengan adanya satu elektron tidak berpasangan dalam geometri oktahedral. Detail pengukuran nilai momen magnetik ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Momen Magnetik $\text{Cu(en)}_2(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $\text{Cu(en)}_2(\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$

Senyawa Kompleks	T (°K)	χ_g (10^{-6}) (cgs)	μ_{eff} (BM)
$[\text{Cu(en)}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	298	3,684	1,79
		3,707	1,80
		3,53	1,76
$[\text{Cu(en)}_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{BF}_4)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$	298	2,080	1,60
		2,070	1,59
		2,086	1,60

3. Spektrum elektronik

Spektrum elektronik senyawa kompleks $[\text{Cu(en)}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ dan $[\text{Cu(en)}_2](\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dalam pelarut air ditunjukkan pada Gambar 1.



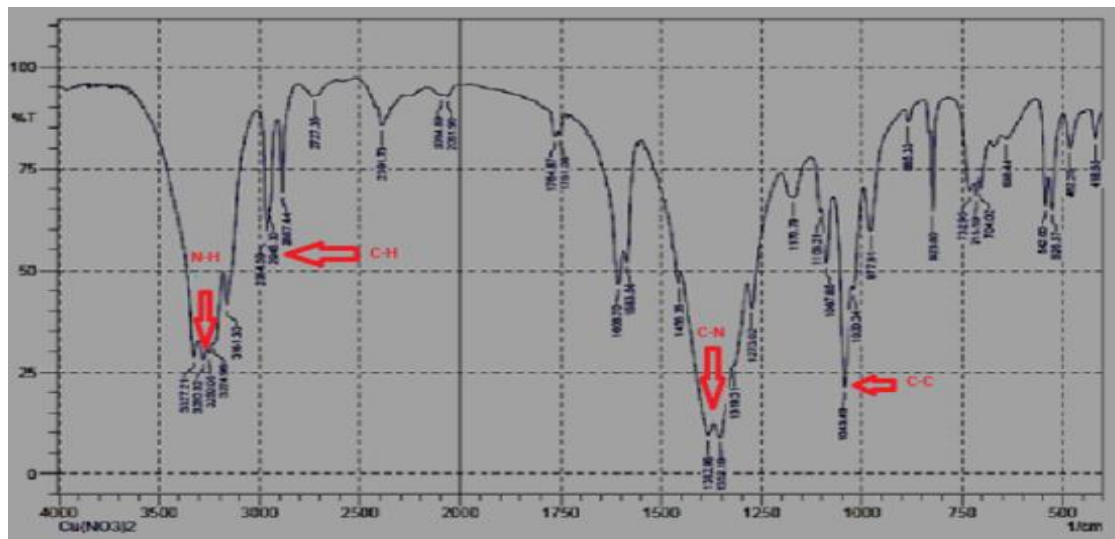
Gambar 1. Spektrum Elektronik UV-Vis Senyawa Kompleks dan $[\text{Cu(en)}_2](\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ dan $[\text{Cu(en)}_2](\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$

Spektra UV-Vis kedua kompleks menunjukkan adanya satu pita serapan pada panjang gelombang

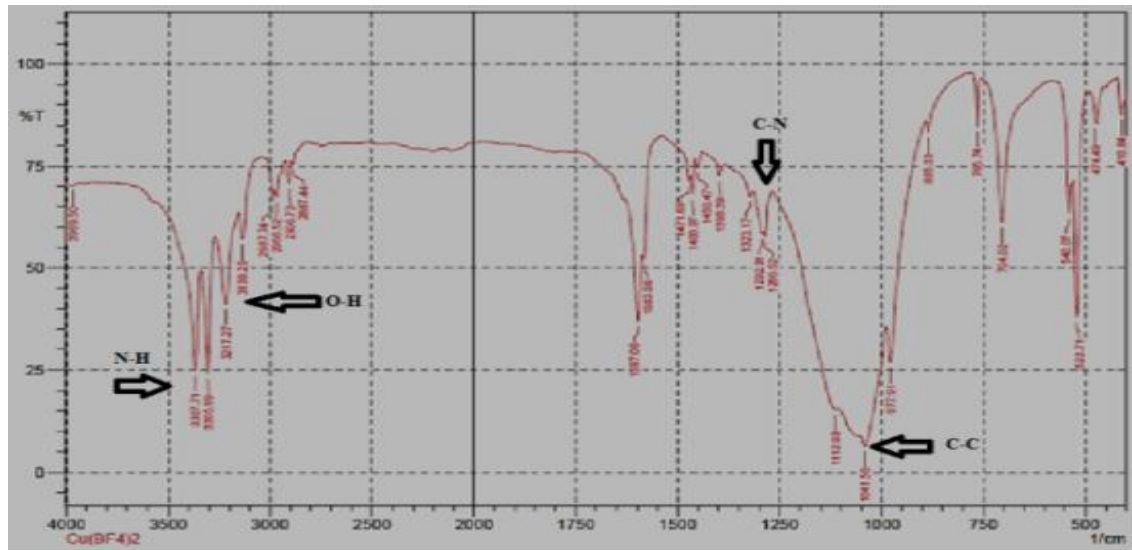
546,5 nm (18298 cm^{-1}) yang diasosiasikan dengan transisi elektronik spin terijin, ${}^2E_g \rightarrow {}^2T_{2g}$ untuk geometri oktahedral [7,8]. Harga pita serapan kompleks tembaga(II) tersebut jauh lebih kecil daripada absorbansi $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dalam air

(810nm) maupun $[\text{Cu}(\text{II})\text{-2-feniletilamin}](595\text{-}610)$. Ini menunjukkan bahwa kekuatan medan ligan etilendiamin lebih besar dari pada air maupun 2-feniletilamin [9].

4. Spektrum Inframerah



Gambar 2. Spektra Inframerah $[\text{Cu}(\text{en})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$



Gambar 3. Spektra Inframerah $[\text{Cu}(\text{en})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{BF}_4)_2$

Dari gambar 2 dan 3 terlihat vibrasi pada daerah $3217 - 3367 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya gugus N-H. Vibrasi gugus C-H terekam kuat pada daerah $1382 - 1352 \text{ cm}^{-1}$. Puncak tajam sekitar daerah 1000 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-N yang khas bagi ligan etilendiamin yang menyaranakan timbulnya kompleks yang bersangkutan [10,11,12].

KESIMPULAN

Kompleks tembaga(II) dengan ligan etilendiamin telah berhasil disintesis dengan warna biru tua dan formula $(\text{Cu}(\text{en})_2)(\text{NO}_3)_2 \cdot 1\text{H}_2\text{O}$ dan

$(\text{Cu}(\text{en})_2)(\text{BF}_4)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$. Ion $\text{Cu}(\text{II})$ diduga mempunyai koordinasi oktahedral dengan formula kompleks $[\text{Cu}(\text{en})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{NO}_3)_2$ dan $[\text{Cu}(\text{en})_2(\text{H}_2\text{O})_2](\text{BF}_4)_2$ yang bersifat paramagnetik dengan nilai μ_{eff} $1,598 - 1,8006 \text{ BM}$. Spektrum UV-Vis menunjukkan pita serapan pada 18298 cm^{-1} yang diasosiasikan dengan transisi elektronik spin terijin, ${}^2E_g \rightarrow {}^2T_{2g}$. Spektra IR menunjukkan adanya pergeseran serapan gugus fungsi etilendiamin yang mengindikasikan terbentuknya kompleks.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih penulis sampaikan kepada bapak Profesor. K.H.Sugiyarto, Ph.D selaku dosen pembimbing penelitian. Terimakasih juga untuk teman-teman satu tim penelitian yaitu Ardhi dan Rika. Tak lupa ucapan terimakasih untuk Tanti yang sudah banyak membantu.

DAFTAR PUSTAKA

1. R. Rajan and T. Ramasubba Reddy. (1963). Electron Spin Resonance in Ethylenediamine Complexes of Copper (II) Sulfate. *The Journal of Chemical Physics*. 39 : 1140.
2. John L. Burba III, James L and Mc Atee, J.R. (1977). The Orientation and Interaction of Ethylenediamine Copper (II) with Montmorillonite. *Clays and Clay Minerals* (25) : 113-118.
3. Kristian H. Sugiyarto. (2012). *Dasar-dasar Kimia Anorganik Transisi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
4. Cotton F.A & Wilkinson.1989. *Kimia Anorganik Dasar*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
5. Lexy Nindia Swastika dan Fahimah Martak .(2012). Sintesis dan Sifat Magnetik Kompleks Ion Logam Cu(II) dengan Ligan 2-Feniletilamin. *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 1 (1) : 1-5.
6. Endah Suciningrum. (2011). Sintesis dan Karakterisasi Kompleks Tembaga(II) dengan Difenilamin. *Tugas Akhir Skripsi*. Universitas Sebelas Maret Surakarta.
7. Nurlisa Hidayati, Risfidian Mohadi dan Tjurmin Ginting. (2010). Karakterisasi Senyawa Kompleks Cu(II)-Glisin dengan Menggunakan Spektroskopi UV-Vis dan FT. IR. *Jurnal Kimia Mulawarwan* 7 (2) : 65-68.
8. N Raman, S Ravichandran And Thangaraja, C. (2004). Copper(II), cobalt(II), nickel(II) and zinc(II) complexes of Schiff base derived from benzil-2,4-dinitrophenylhydrazone with aniline. *Journal of Chemistry Science* 116 (4) : 215–219.
9. Sentot Budi Rahardjo, Sayekti Wahyuningsih dan Sony Atmojo. (2005). Sintesis dan Karakterisasi Kompleks Morfolina Tembaga (II) Sulfat.nHidrat. *Journal of Alchemstry* 4 (2) : 67-74.
10. Claudia C. Wagner and Baran,E. J. (2004). Spectroscopic and Magnetik Behaviour of the Copper (II) Complex of L-Tryptophan. *Acta Farm Bonaerense* 23(3): 339-42.
11. Hamid Golchoubian, O. Nazaria., and B. Kariukib. (2011). Synthesis, Structure and Solvato chromism Studies on Copper(II) Complexes Containing Ethylenediamine, Pyridine and Imidazol Ligands. *Journal of the Chinese Chemical Society* (58) : 60-68.
12. Nakamoto, K. (2009). *Infrared and Raman Spektra of Inorganic and Coordinate Compounds*. New jersey: John Wiley and Sons.

Artikel ini telah disetujui untuk
diterbitkan oleh Pembimbing I
pada tanggal 30 Januari 2014.



Prof. K.H. Sugiyarto, Ph.D
NIP. 19480915 196806 1 001

Artikel ini telah direview oleh
Penguji Utama
pada tanggal 30 Januari 2014.



Dr. Hari Sutrisno
NIP. 19670407 199203 1 002

