

# Sintesis Senyawa Kompleks Kobalt dengan Asetilasetonato

YOSI SARIA, LUCYANTI, NURLISA HIDAYATI, DAN ALDES LESBANI

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya, Indonesia

**INTISARI:** Telah dilakukan sintesis dan karakterisasi senyawa kompleks kobalt(II) dengan ligan asetilasetonato. Karakterisasi senyawa kompleks hasil sintesis dilakukan dengan penentuan rendemen hasil sintesis, titik leleh, air kristal, kandungan logam, bobot molekul, jumlah ion, sifat magnet, serta identifikasi menggunakan spektrofotometer infra merah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen hasil sintesis senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato yakni 82,46% dengan titik leleh sebesar 160-162°C. Air kristal yang terkandung dalam senyawa kompleks sebesar dua mol/mol dengan kandungan logam kobalt didalam senyawa kompleks hasil sintesis sebesar 28,32%(b/b) dan berat molekul 192 g/mol. Senyawa kompleks hasil sintesis bersifat paramagnetik dengan tidak mempunyai ion. Vibrasi karbonil dari asetilasetonato pada senyawa kompleks hasil sintesis muncul pada bilangan gelombang 1500-1600  $\text{cm}^{-1}$ . Struktur senyawa kompleks hasil sintesis adalah  $\text{Co}(\text{acac}) 2\text{H}_2\text{O}$ .

**KATA KUNCI:** senyawa kompleks, kobalt, asetilasetonato

**ABSTRACT:** Synthesis of complex compound of cobalt with acetylacetonato as ligand has been carried out. Characterization of complex compound was carried out through determination of yield, melting point, water of crystallization, metal content, molecular weight, ion content, magnetic properties, and identification of complex compound by infrared spectroscopy. The result showed that the yield of complex compound was 82.46% with melting point 160-162°C. The water of crystallization in complex compound was two mol/mol. Cobalt content in complex compound was 28.32% (w/w) and molecular weigh was 192 g/mol. The complex compound shows paramagnetic properties without ion content in the compound. The vibration of carbonyl from acetylacetonato in complex compound appears at wavenumber 1500-1600  $\text{cm}^{-1}$ . Structure of complex compound of synthesis is  $\text{Co}(\text{acac}) 2\text{H}_2\text{O}$ .

**KEYWORDS:** complex compound, cobalt, acetylacetonato

## 1 PENDAHULUAN

Pengembangan sintesis senyawa kompleks masih terus berkembang hingga saat ini. Kebutuhan aplikasi senyawa kompleks terutama sebagai katalis terus dikembangkan. Senyawa-senyawa kompleks dari unsur-unsur di blok *d* memiliki kelebihan dibanding senyawa lain karena memiliki orbital *d* yang kosong. Orbital *d* inilah yang umumnya berperan dalam proses katalisis<sup>[1]</sup>.

Senyawa kompleks dilaboratorium dapat disintesa dengan mereaksikan ligan yang merupakan suatu basa dan mempunyai pasangan elektron bebas dengan logam yang merupakan penerima pasangan elektron yang didonorkan oleh ligan. Berdasarkan banyaknya elektron yang didonorkan oleh ligan maka ligan dapat diklasifikasikan menjadi ligan monodentat, ligan bidentat dan ligan multidentat<sup>[2]</sup>. Ligan monodentat hanya dapat mendonorkan sepasang elektron yang dimilikinya ke logam. Ligan bidentat dapat mendonorkan dua pasang elektron yang dimilikinya ke

logam, sedangkan banyak elektron yang bisa didonorkan ke logam pada ligan multidentat. Ligan-ligan multidentat ini pula yang dapat membentuk struktur kelat dalam kimia koordinasi oleh karena banyaknya pasangan elektron yang bisa didonorkan ke logam<sup>[3]</sup>.

Penelitian yang telah dilakukan para kimiawan anorganik menunjukkan bahwa logam-logam transisi merupakan logam yang banyak dipelajari dan disintesa menjadi senyawa-senyawa kompleks<sup>[4]</sup>. Hal ini mengingat logam-logam ini bersifat inert dan stabil membentuk senyawa kompleks dengan berbagai ligan. Salah satu logam yang mempunyai sifat ini adalah kobalt. Logam ini pula yang digunakan oleh Werner, seorang bapak kimia koordinasi yang mempelajari senyawa-senyawa kompleks pertama sekali yang kemudian menghasilkan teori koordinasi Werner yang bertahan cukup lama dan sampai sekarang masih diperkenalkan di awal-awal mempelajari kimia koordinasi<sup>[3]</sup>.

Teknik sintesis senyawa kompleks relatif lebih mudah bila dibandingkan dengan sintesis material anor-

ganik maupun senyawa organik. Dengan proses reaksi kimia biasa dan proses kompleksasi ligan-logam maka akan terbentuk senyawa kompleks. Dalam jurnal penelitian ini akan diulas sintesis senyawa kompleks kobalt dengan ligan asetilasetonato yang merupakan ligan bidentat. Selanjutnya senyawa kompleks hasil sintesis dikarakterisasi secara konvensional spektroskopi untuk kemudian diusulkan struktur senyawa kompleks yang terbentuk dari hasil sintesis.

## 2 METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni sampai dengan Desember 2003 bertempat di Laboratorium Kimia Anorganik FMIPA Universitas Sriwijaya, Laboratorium Kimia FMIPA ITB dan Laboratorium Kimia FMIPA UGM untuk analisis spektroskopi.

### 2.2 Sintesis senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato<sup>[5]</sup>

Sebanyak 30 g kobalt klorida ditambahkan dengan 78 g  $\text{NaC}_2\text{H}_3\text{O}_2$  dan 1,2 L air didalam beaker gelas dan diaduk dengan pengaduk magnetik sampai larutan menjadi homogen. Kemudian sebanyak 120 mL asetilaseton ditambahkan kedalam larutan sambil terus diaduk. Kedalam larutan yang diaduk tersebut, ditambahkan secara perlahan 78 g  $\text{Na}_2\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2$  dalam 300 mL air. Larutan yang telah bercampur tersebut dipanaskan sampai sekitar  $150^\circ\text{C}$  sambil terus diaduk selama 1,5 jam.

Setelah proses pemanasan selesai maka larutan didinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin, maka akan terbentuk kristal yang kemudian disaring dengan kertas saring. Kristal yang diperoleh dicuci dengan air bebas mineral 100 mL. Untuk proses rekristalisasi, kristal dicuci dengan 150 mL petroleum eter. Kristal kemudian dikeringkan pada suhu ruang dan disimpan didalam desikator untuk selanjutnya siap dikarakterisasi.

### 2.3 Karakterisasi senyawa kompleks hasil sintesis

Karakterisasi terhadap senyawa kompleks hasil sintesis dilakukan dengan penentuan rendemen hasil sintesis, titik leleh dengan melting point apparatus, air kristal dengan metode gravimetri, kandungan logam dengan spektrofotometer serapan atom, bobot molekul dengan metoda kenaikan titik didih, jumlah ion dengan konduktometer, sifat magnet dengan magnetic Bohr apparatus, serta identifikasi gugus fungsi menggunakan spektrofotometer infra merah.

## 3 HASIL DAN PEMBAHASAN

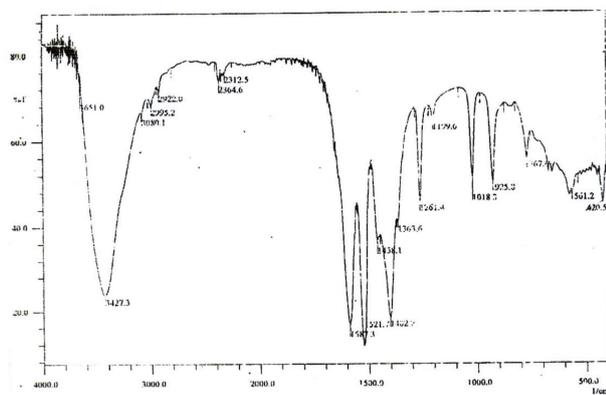
Sintesis senyawa kompleks kobalt dengan ligan asetilasetonato yang merupakan ligan bidentat membentuk senyawa kompleks yang berwarna merah cerah. Kristal senyawa kompleks yang diperoleh yang telah kering ditimbang dan dihitung persentase hasil sintesis menghasilkan persentase yield sebesar 82,46%. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato memiliki kestabilan yang cukup besar untuk membentuk senyawa kompleks. Apabila interaksi logam-ligan yang terbentuk tak stabil, maka senyawa kompleks yang terbentuk mempunyai rendemen hasil sintesis yang rendah. Selanjutnya kristal senyawa kompleks hasil sintesis dikarakterisasi melalui penentuan titik leleh. Hasil penentuan titik leleh senyawa kompleks kobalt dengan ligan asetilasetonato menghasilkan titik leleh sebesar  $160-162^\circ\text{C}$ . Penentuan titik leleh penting untuk dilakukan setelah kristal senyawa kompleks diperoleh dengan tujuan agar proses aplikasi senyawa kompleks sebagai katalis baik didalam laboratorium maupun industri dapat mempertimbangkan kondisi reaksi yang cocok yang harus dikerjakan apabila menggunakan senyawa kompleks sebagai katalis. Hasil penelitian terhadap kandungan air kristal didalam senyawa kompleks menghasilkan air kristal sebesar 2%(b/b). Dengan pemanasan yang cukup tinggi maka air kristal ini dapat dihilangkan dari dalam struktur senyawa kompleks<sup>[6]</sup>.

Selanjutnya dilakukan pengukuran kandungan logam didalam senyawa kompleks hasil sintesis dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom<sup>[7]</sup>. Hasil pengukuran menggunakan spektrofotometer serapan atom menghasilkan kandungan kobalt sebesar 28,32% (b/b) didalam senyawa kompleks. Pengukuran kandungan logam didalam senyawa kompleks sangat penting untuk dilakukan karena salah satu penyusun senyawa kompleks adalah logam. Dengan mengetahui kandungan logam didalam senyawa kompleks maka dapat dibandingkan hasil pengukuran dengan perkiraan secara teoritis kandungan logam berdasarkan perkiraan struktur senyawa kompleks yang terbentuk. Hal yang tidak kalah penting didalam elusidasi senyawa kompleks adalah penentuan bobot molekul senyawa kompleks. Dengan menggunakan metode kenaikan titik didih maka berat molekul senyawa kompleks dapat ditentukan. Hasil pengukuran menghasilkan berat molekul sebesar 192 g/mol.

Sifat-sifat senyawa kompleks hasil sintesis ditentukan dengan penentuan sifat kemagnetan dan kandungan ion didalamnya. Sifat kemagnetan ditentukan dalam rangka mencari senyawa kompleks yang efektif digunakan sebagai material pendukung didalam sintesis suatu bahan seperti semikonduktor, sedangkan sifat-sifat ion ditentukan dalam rangka mencari

sifat senyawa kompleks yang dapat menghantarkan arus listrik<sup>[8]</sup>. Penentuan sifat kemagnetan senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato menunjukkan bahwa senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato bersifat paramagnetik. Sifat paramagnetik muncul didalam senyawa kompleks karena logam yang digunakan yakni logam transisi memiliki orbital kosong yang diisi oleh elektron pada tingkat energi yang lebih tinggi dahulu baru kemudian berpasangan ditingkat orbital yang lebih rendah. Pengukuran sifat kemagnetan senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato dengan magnetic Bohr memberikan nilai 4,9 BM. Sedangkan pengukuran ion dengan konduktometer menunjukkan tak ada ion yang terkandung didalam senyawa kompleks hasil sintesis. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa kompleks yang terbentuk adalah netral dan tak bermuatan.

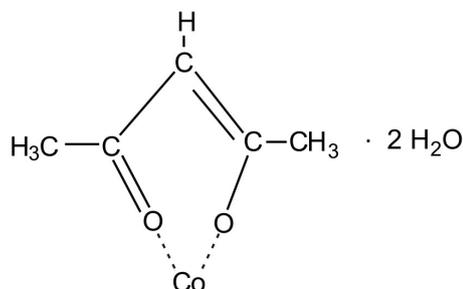
Senyawa kompleks hasil sintesis kemudian diidentifikasi dengan menggunakan spektrofotometer infra merah seperti yang tersaji pada Gambar 1.



GAMBAR 1: FT-IR senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato

Pada gambar 1 terlihat bahwa gugus C=O dari ligan asetilasetonato muncul pada bilangan gelombang disekitar  $1500\text{ cm}^{-1}$ , sedangkan daerah pada bilangan gelombang  $2900\text{--}3000\text{ cm}^{-1}$  memperkuat adanya serapan CH dari senyawa hidrokarbon yang merupakan daerah vibrasi untuk karbon-hidrogen<sup>[9]</sup>. Terlihat bahwa pada bilangan gelombang  $3400\text{ cm}^{-1}$  terbentuk spektra yang tajam yang menunjukkan vibrasi OH dari senyawa kompleks. Seperti telah diuraikan diatas, senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato hasil sintesis mempunyai air kristal atau air terhidrat didalam strukturnya. Adanya air kristal ini turut memberikan sumbangan terhadap tajamnya gugus OH pada bilangan gelombang  $3400\text{ cm}^{-1}$  yang bukan hanya berasal dari vibrasi OH murni dari senyawa asetilasetonato. Gugus C=C teridentifikasi pada bilangan gelombang sekitar  $1687\text{ cm}^{-1}$ . Adanya ikatan logam dengan ligan dapat diidentifikasi pada daerah  $900\text{--}1000\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi un-

tuk logam-ligan. Dengan demikian maka proses kompleksasi senyawa kompleks dari logam kobalt dengan ligan asetilasetonato telah berhasil disintesis<sup>[10]</sup>. Dari proses karakterisasi yang telah dilakukan maka diusulkan struktur senyawa kompleks hasil sintesis yakni  $\text{Co}(\text{asetilasetonato})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  dengan struktur lengkap seperti tersaji pada Gambar 2.



GAMBAR 2: Struktur senyawa kompleks  $\text{Co}(\text{acac})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$  hasil sintesis

#### 4 KESIMPULAN

Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa senyawa kompleks kobalt-asetilasetonato dapat disintesis dengan mudah dari kobalt klorida dan asetil aseton pada suhu  $150^\circ\text{C}$  menghasilkan senyawa kompleks  $\text{Co}(\text{acac})\cdot 2\text{H}_2\text{O}$ .

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Shriver and Atkins, 2006, *Inorganic Chemistry*, 4th Edition, Oxford University Press, UK
- [2] Banerjee, D., 1993, *Coordination Chemistry*, Tata McGraw Publishing Company Limited, New Delhi
- [3] Rodgers, G.E., 2002, *Descriptive Inorganic, Coordination, and Solid-State Chemistry*, 2nd Edition, Thomson Learning, Canada
- [4] Adam, D.M., J.B. Raynor, 1965, *Advanced Practical Inorganic Chemistry*, John Wiley and Sons, London
- [5] Szafran, Z., R.M. Pike, M.M. Singh, 1991, *Microscale Inorganic Chemistry*, John Wiley and Sons, New York
- [6] Huheey, J.E., R.L. Keitler, 1983, *Inorganic Chemistry*, Harper Collins Collage Publisher, New York
- [7] Skoog, D.A., 1985, *Principle of Instrumental Analysis*, Saunder Collage Publishing, New York
- [8] Kyaw, T., T. Fujiwara, H. Inoue, Y. Okamoto, T. Kamamaru, 1998, Reserved Micellar Mediated Luminol Chemiluminescence Detection of Iron (II,III) Combined With OnLine Solvent Extraction using 8-Quinolinol, *Analytical Sciences*, 14, 1, 203
- [9] Solomons, T.W.G., C.B. Fryhle, 2008, *Organic Chemistry 9th Edition*, John Wiley & Sons, Inc, USA
- [10] Lewinski, J., S. Pasynkiewicz, J. Lipkowski, 1990, Structure of Dichloroaluminium Acetyl acetate in the Solid State and in the Methylene Chloride Solution, *Inorg. Chim. Acta*, 178, 1, 113-123