

SINTESIS DAN KARAKTERISASI KOMPLEKS NIKEL(II)

DENGAN LIGAN 4.7-DIAZADECANEDIAMIDE

VARIASI ANION NO_2^- , SCN^- , DAN OH^-

Rahmi Mudia Alti¹, Djulia Onggo²

Program Studi Kimia

Institut Teknologi Bandung

ABSTRAK

Ligan 4.7-diazadecanediamide ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$) merupakan ligan tetradentat yang memiliki dua atom oksigen dan dua atom nitrogen sebagai atom donor. Pada penelitian ini, ligan 4.7-diazadecanediamide dan kompleks nikel(II) dengan ligan 4.7-diazadecanediamide variasi anion SCN^- , NO_2^- , dan OH^- telah berhasil disintesis. Penentuan rumus ligan 4.7-diazadecanediamide dikonfirmasi dari data analisis unsur dengan data kadar C, H, dan N sebagai berikut: C 47,43% (47,51), H: 8,30% (8,96), dan N: 27,54% (27,70). Rendemen ligan yang dihasilkan sebesar 84 %. Ligan ini berbentuk serbuk putih pada suhu ruang, stabil di udara terbuka, dan memiliki titik leleh pada rentang suhu 169-172 °C. Empat senyawa kompleks nikel(II) telah disintesis menggunakan ligan ini.

Kompleks yang dihasilkan memiliki warna yang beragam. Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$ berwarna biru pucat, kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ berwarna biru, kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ berwarna merah keunguan, dan kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$ berwarna kuning. Rendemen kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$, $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$, $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$, dan $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$ secara berturut-turut: 59%, 79%, 31%, dan 73%. Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$, $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ dan $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ memiliki geometri oktahedral dengan sistem $\text{Ni}-\text{N}_2\text{O}_4$. Geometri oktahedral diketahui dari tiga puncak yang diperoleh pada spektrum absorpsi daerah sinar tampak. Puncak yang diperoleh secara berurutan sesuai dengan transisi spin yang diperbolehkan dari ion $\text{Ni}^{2+}(d^8)$ yaitu: ${}^3\text{A}_{2g} \rightarrow {}^3\text{T}_{1g}$ (P), ${}^3\text{A}_{2g} \rightarrow {}^3\text{T}_{1g}$ (F), dan ${}^3\text{A}_{2g} \rightarrow {}^3\text{T}_{2g}$. Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$, $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ dan $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ bersifat paramagnetik dengan momen magnet 2,8 BM yang setara dengan dua elektron tidak berpasangan pada Ni^{2+} dalam medan oktahedral. Dalam bentuk padatan, ligan NCS^- dan ligan NO_2^- masing-masing terkoordinasi dengan ion nikel(II). Ini dibuktikan dari spektrum IR dengan adanya pita pada daerah 2085 cm^{-1} yang merupakan karakteristik dari regangan CN pada NCS dan pita pada 1265 cm^{-1} yang merupakan nilai regangan simetrik (ν_s) dari NO_2 .

Dalam keadaan larutan, gugus NCS^- dan NO_2^- berperan sebagai anion sementara posisi aksial diisi oleh H_2O . Ini dibuktikan dari spektrum absorpsi kompleks pada panjang gelombang 362, 593, dan 896 nm yang nilainya sama dengan spektrum absorpsi kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$. Selain itu, hantaran yang diperoleh untuk kedua kompleks tersebut sebesar $298\text{ cm}^{-1}\text{mol}^{-1}\Omega^{-1}$ dan $303\text{ cm}^{-1}\text{mol}^{-1}\Omega^{-1}$ yang setara dengan tiga ion. Padatan kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ menunjukkan efek termokromik karena terjadi perubahan warna dari warna merah pada suhu ruang menjadi biru ketika dipanaskan sampai 105 °C. Perubahan warna terjadi secara *reversible*. Pada kompleks ini, ligan menjadi anionik karena pada keadaan basa, karena gugus amida pada ligan mengalami protonasi yang menyebabkan perubahan koordinasi ikatan Ni-O menjadi Ni-N. Oleh karena itu pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$, ion nikel(II) memiliki sistem Ni-N₄. Kompleks ini bermuatan netral yang dibuktikan dengan hasil hantaran molar sebesar $39\text{ cm}^{-1}\text{mol}^{-1}\Omega^{-1}$.

Kata kunci: 4.7-diazadecanediamide, kompleks nikel(II), termokromik

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang Masalah

Ligan 4,7-diazadecanediamide ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$) merupakan ligan tetradentat dengan dua atom O dan dua atom N sebagai atom donor. Ligan ini

memiliki geometri segiempat[1]. Dengan geometri segiempat ini, ligan ini memberikan peluang kepada anion atau ligan lain untuk berkoordinasi dengan atom pusat melalui posisi aksial. Ligan ini merupakan ligan netral tetapi dengan peningkatan pH dapat menjadi ligan anion[2].

Sejauh ini, kompleks dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* telah disintesis dengan atom pusat Cu(II), Co(II), dan Ni(II). Pada kompleks Cu(II) dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* dihasilkan kompleks inti tunggal dengan rumus $[Cu(C_8H_{18}N_4O_2)Cl]^+$ dan memiliki geometri piramida segiempat[3]. Pada kompleks Co(II) dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* dihasilkan kompleks dua inti dengan rumus $(C_8H_{18}N_4O_2)Co(OH)_2Co(C_8H_{18}N_4O_2)$ dengan geometri oktahedral[4].

Dengan atom pusat Ni(II), ligan ini membentuk kompleks dengan beragam geometri, sifat magnet, dan warna yang beragam, serta ada yang menunjukkan efek termokromik. Untuk kompleks nikel(II) dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* belum ditemukan kompleks multi inti.

Dengan keragaman struktur dan sifat kimia kompleks yang dihasilkan, pada penelitian ini perlu diteliti pergantian ligan yang ada di posisi aksial tersebut agar dapat digunakan sebagai prekursor kompleks multi inti. Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian dengan judul **“Sintesis dan karakterisasi kompleks nikel(II) dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* variasi anion NO_2^- , SCN^- , dan OH^- ”**.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan uraian sebelumnya, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah: “Apakah posisi aksial (H_2O) pada kompleks nikel(II) dengan ligan 4,7-*diazadecanediamide* bisa digantikan dengan anion atau ligan lain?”

1.3 Tujuan Penulisan

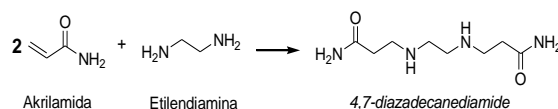
Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kompleks dengan posisi aksial yang diganti oleh berbagai anion, sehingga kompleks yang telah

didapatkan dapat digunakan sebagai prekursor kompleks multi inti.

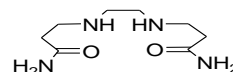
II. Landasan Teori

II.1 Ligan 4,7-*diazadecanediamide* ($C_8H_{18}N_4O_2$)

Persamaan reaksi sintesis ligan 4,7-*diazadecanediamide* dapat dilihat pada Persamaan II.1 berikut :



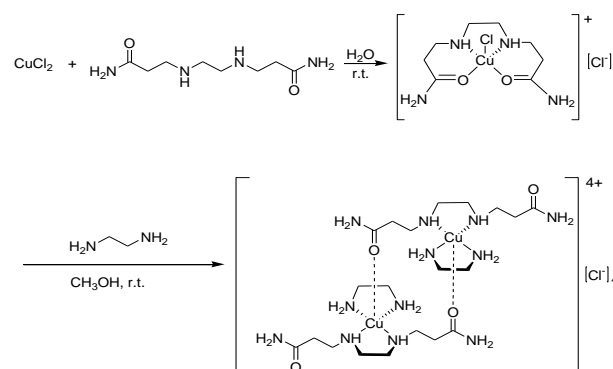
Ligan 4,7-*diazadecanediamide* berikatan melalui atom pusat melalui dua atom nitrogen dan dua atom oksigen dengan rumus $C_8H_{18}N_4O_2$ sebagai ligan netral. Struktur ligan disajikan pada Gambar II.1.



Gambar II.1 Struktur ligan $C_8H_{18}N_4O_2$.

II.2 Senyawa Kompleks ligan 4,7-*diazadecanediamide* ($C_8H_{18}N_4O_2$) dengan atom pusat Cu(II)

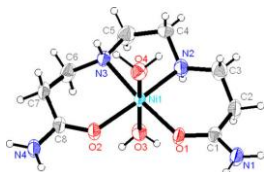
Skema sintesis kompleks disajikan pada Gambar II.2



Gambar II.2 Skema Sintesis Kompleks $[Cu_2(C_8H_{18}N_4O_2)_2(C_2H_8N_2)_2]Cl_4$

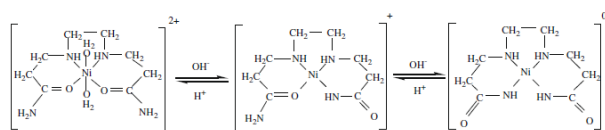
II.3 Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$

Senyawa kompleks ini disintesis dari larutan yang mengandung nikel klorida hidrat dan ligan 4,7-diazadecanediamide. Senyawa kompleks ini berbentuk serbuk pada suhu ruang dengan warna biru pucat. Diagram ORTEP kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ disajikan pada Gambar II.3.



Gambar II.3 Diagram ORTEP kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$

Perubahan bentuk geometri kompleks dari oktahedral menjadi segiempat ditunjukkan pada Gambar II.4.

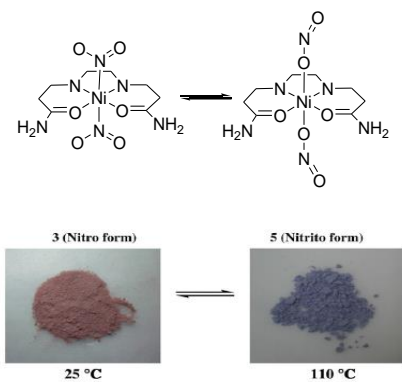


Gambar II.4 Perubahan struktur kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]^{2+}$ pada keadaan basa

II.4 Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$

Penambahan ion NO_2^- pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$ menggantikan posisi ligan H_2O pada posisi aksial, sehingga rumus senyawa kompleks menjadi $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$.

Struktur kimia kompleks tersebut dan perubahan warnanya terlihat pada Gambar II.5.



Gambar II.5 Interkonversi nitro-nitrito dan perubahan warna pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$.

III. Metodologi Penelitian

III.1 Lokasi Penelitian

Sintesis senyawa target dan pengukuran UV-VIS dilakukan di Laboratorium Kimia Fisik-Material Program Studi Kimia. Pengukuran SEM/EDS dilakukan di Laboratorium *Basic Science A* (BSCA), sementara CHN Analyser di *National University of Singapore (NUS)*.

III.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam kegiatan penelitian ini adalah corong *Buchner*, neraca analitis *explorer ohaus* (maksimum 210 g, d = 0,1 mg), oven, *Magnetic Susceptibility Balance* (MSB), *Scanning Electron Microscope* (SEM) tipe JEOL-JSM-6510LV konduktometer *Hanna Instrument*, spektrofotometer UV-VIS *Thermo Scientific Evolution 220*, *Fourier Transform-Infra Red* (FTIR), mortar (*agate*), peralatan gelas (kaca arloji, spatula, gelas kimia, labu refluks, pipet tetes) termometer digital dan *magnetic stirrer*. Bahan-bahan kimia yang digunakan di antaranya $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, NaNO_2 , $\text{C}_2\text{N}_2\text{H}_6$, $\text{C}_3\text{NH}_4\text{O}$, CH_3OH , KSCN , aqua dm, *silicon oil* dan kertas saring.

III.3 Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian terbagi menjadi dua bagian: sintesis ligan dan kompleks, serta karakterisasi dan pengujian sampel.

III.3.1 Sintesis ligan 4,7-diazadecanediamide ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$)

Ligan 4,7-diazadecanediamide dibuat dari *acrylamide* sebanyak 14,2 g (0,20 mol) dengan *ethylenediamine* 6,6 ml (0,10 mol) dalam 12,5 ml etanol. Larutan ini direfluks kemudian didinginkan pada suhu kamar. Produk yang didapatkan berupa padatan berwarna putih disaring dan dicuci dengan etanol dingin kemudian dikeringkan dalam desikator[1].

III.3.2 Sintesis kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$

Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]\text{Cl}_2$ dibuat dari 0,95 g $\text{NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ dan 0,81 g $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$ yang masing-masing dilarutkan dalam 2,5 ml aqua dm. Kedua larutan dicampurkan dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 20 menit. Kemudian dibiarkan beberapa tiga hari pada suhu ruang sampai terbentuk kristal berwarna biru pucat. Produk disaring dan dicuci dengan aqua dm dan etanol, kemudian dikeringkan di dalam desikator[2].

III.3.3 Sintesis Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$

Prosedur sintesis kompleks ini sama dengan prosedur yang tertera pada III.3.2, hanya setelah kedua pereaksi dicampurkan kemudian ditambahkan 0,55 g NaNO_2 . Larutan dibiarkan selama tiga hari dan diperoleh kristal berwarna merah keunguan. Produk dicuci dengan etanol kemudian dikeringkan dalam desikator[2].

III.3.4 Sintesis Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{SCN})_2]$

Prosedur yang digunakan untuk sintesis kompleks ini, sama dengan III.3.3 hanya penambahan NaNO_2 diganti dengan 0,77 g KSCN .

III.3.5 Sintesis Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$

Prosedur pembuatan kompleks ini dibuat sama dengan prosedur yang tertera pada III.3.2 dengan penambahan 0,32 g NaOH ke dalam campuran pereaksi sebelum terjadi pengendapan. Larutan dibiarkan dua hari sampai terbentuk kristal berwarna kuning. Kristal disaring dan dicuci dengan etanol kemudian dikeringkan di dalam desikator. Produk berupa padatan berwarna kuning direkristalisasi dengan metanol serta dicuci dengan etanol kembali dan dikeringkan di dalam desikator[2].

III.3.6 Karakterisasi dan Pengujian Sampel

Sampel yang telah disintesis dilakukan karakterisasi dengan menggunakan *CHN Analyser*, konduktometer, UV-VIS, SEM/EDS, dan MSB serta dilakukan pengujian sampel untuk mempelajari sifat termokromik menggunakan *silicon oil* sebagai media penghantar, *hotplate*, dan termometer digital.

IV. Hasil dan Pembahasan

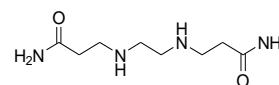
IV.1 Sintesis dan Karakterisasi ligan 4,7-diazadecanediamide

Ligan 4,7-diazadecanediamide dihasilkan dari reaksi akrilamida dan etilendiamida dalam pelarut etanol. Dihasilkan produk sebanyak 17,4 g dengan rendemen 86 % dan memiliki titik leleh pada rentang suhu 169-172 °C. Tampilan ligan 4,7-diazadecanediamide dapat dilihat pada Gambar IV.1.



Gambar IV.1 Ligan 4,7-diazadecanediamide.

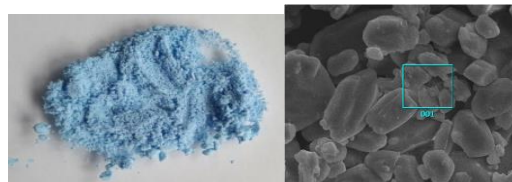
Ligan ini larut baik di dalam air, tetapi tidak mengurai menjadi ion. Ini dibuktikan dengan nilai hantaran molar sebesar $12 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \Omega^{-1}$ yang setara dengan 0 ion. Ligan ini memiliki rumus kimia $\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$ yang diperoleh dari data kadar C, H, dan N sebagai berikut: C 47,43% (47,51), H: 8,30% (8,96), dan N: 27,54% (27,70). Data di dalam tanda kurung merupakan perhitungan secara teoritis dari ligan. Ligan 4,7-diazadecanediamide memiliki struktur segi empat dengan dua N dan dua atom O sebagai atom donor. Gambar IV.2 menunjukkan struktur ligan 4,7-diazadecanediamide[1].



Gambar IV.2 Rumus Struktur Ligan 4,7-diazadecanediamide.

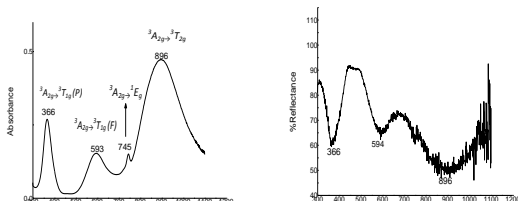
IV.2 Sintesis dan Karakterisasi Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$

Bentuk dan warna serta citra SEM senyawa kompleks dapat dilihat pada Gambar IV.3.



Gambar IV.3 Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$

Spektrum reflektansi dari kompleks ini disajikan pada Gambar IV.5.

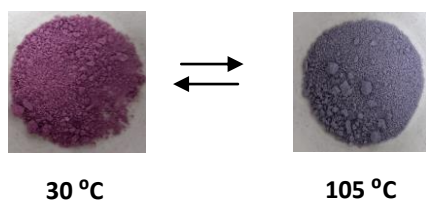


Gambar IV.5 Spektrum absorbansi (a) dan reflektansi (b) kompleks

IV.3 Sintesis dan Karakterisasi Kompleks

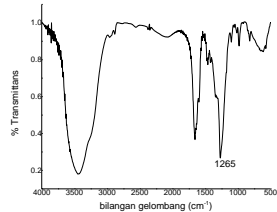
$[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$

Penambahan NaNO_2 pada larutan kompleks nikel (II) klorida dengan ligan 4,7-diazadecanediamide menyebabkan perubahan warna kompleks dari biru menjadi merah keunguan, sehingga diperoleh kompleks seperti yang diperlihatkan pada Gambar IV.6.

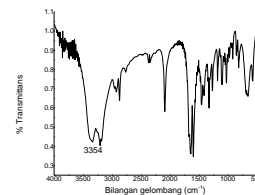


Gambar IV.6 Perubahan warna kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$

Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ berwarna merah pada suhu ruang, tetapi ketika dipanaskan sampai suhu 105 °C warnanya berubah menjadi biru. Perubahan warna kompleks ini terjadi secara *reversible*. Perubahan warna ini dapat dilihat pada Gambar IV.11. Spektrum IR kompleks tersebut disajikan pada Gambar IV.7.

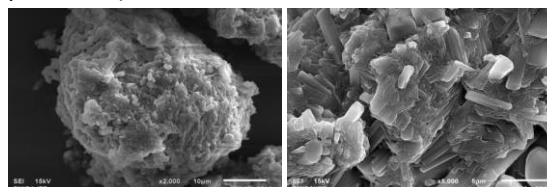


Gambar IV.7 Spektrum IR kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$.



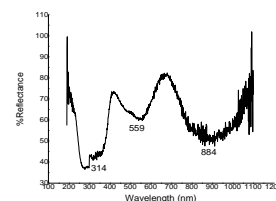
Gambar IV.8 Spektrum IR kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$.

Citra SEM kompleks tersebut disajikan pada Gambar IV.9a (sebelum pencucian) dan IV.9b (setelah pencucian).



Gambar IV.9 Citra SEM $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ (a)sebelum dan (b) setelah pencucian

pengukuran UV-VIS pada kompleks dalam bentuk padatan yang disajikan pada Gambar IV.10.

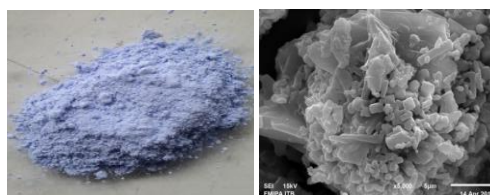


Gambar IV.10. Spektrum UV-VIS kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$

IV.4 Sintesis dan Karakterisasi Kompleks

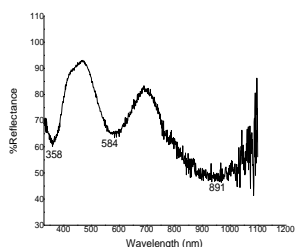
$[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$

Bentuk dan warna kompleks serta Citra SEM kompleks tersebut disajikan pada Gambar IV.11.



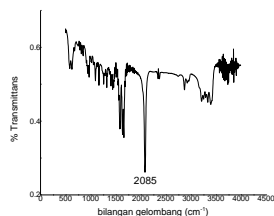
Gambar IV.11 Bentuk dan warna serta Citra SEM Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$

Geometri oktahedral diketahui dari hasil karakterisasi dengan UV-VIS yang disajikan pada Gambar IV.12.



Gambar IV.12 Spektrum UV-VIS kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$.

Spektrum IR kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ disajikan pada Gambar IV.13.



Gambar IV.13 Spektrum IR kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$.

IV.5 Sintesis dan Karakterisasi Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$

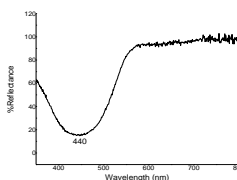
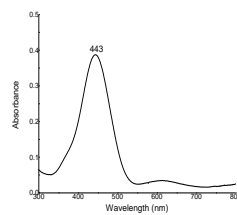
Bentuk dan warna serta Citra SEM kompleks disajikan pada Gambar IV.16.



Gambar IV.14 Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$.

Warna kuning kompleks ini berasal dari energi cahaya ungu yang diserap oleh kompleks pada panjang gelombang 400–450 nm [9]. Nilai panjang gelombang cahaya ungu ini, sesuai dengan transisi elektron dengan panjang gelombang 443 nm atau 440 nm pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$. Nilai ini merupakan transisi elektron dari ${}^1\text{A}_{2g} \rightarrow {}^1\text{E}_g$. Data spektrum ini menunjukkan bahwa kompleks

$[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$ memiliki geometri segiempat. Hasil karakterisasi dengan UV-VIS, disajikan pada Gambar IV.15a dan IV.15 b



Gambar IV.17 Spektrum (a) Absorbansi dan (b) reflektansi kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$.

V. Kesimpulan dan Saran

V.1 Kesimpulan

Kompleks nikel(II) dengan ligan 4.7-*diazadecanediamide* ($\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2$) variasi anion SCN^- , NO_2^- , OH^- telah berhasil disintesis dan kompleks yang dihasilkan memiliki warna yang berbeda. Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$ berwarna biru pucat, kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ berwarna biru, kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ berwarna merah dan kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$ berwarna kuning.

Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$, $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$, dan $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ memiliki geometri oktahedral dan bersifat paramagnetik dalam keadaan padat. Dalam keadaan larutan ligan di posisi aksial pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NCS})_2]$ dan $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ digantikan oleh ligan H_2O .

Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{16}\text{N}_4\text{O}_2)]$ memiliki geometri segiempat dan bersifat diamagnetik. Kompleks ini memiliki geometri segiempat karena muatan ligan menjadi negatif dua ketika pH meningkat. Kompleks ini bermuatan netral yang dibuktikan dengan hasil hantaran molar sebesar $39 \text{ cm}^{-1} \text{ mol}^{-1} \Omega^{-1}$.

Kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ menunjukkan efek termokromik karena menunjukkan perubahan warna dari warna merah pada suhu ruang dan berubah menjadi biru ketika dipanaskan pada 105 °C. Perubahan warna terjadi secara *reversible*. Efek termokromik pada kompleks $[\text{Ni}(\text{C}_8\text{H}_{18}\text{N}_4\text{O}_2)(\text{NO}_2)_2]$ hanya diamati pada padatan, sementara pada larutan efek tidak teramati karena di dalam larutan, ligan NO_2 digantikan oleh ligan H_2O .

V.2 Saran

Penelitian ini bisa dilanjutkan dengan menggunakan ligan jembatan untuk membentuk kompleks multi inti.

Daftar Pustaka

1. Chao, M. S., Lu, H. H., Tsai, M. L., Lin, C. M., dan Wu, M. P (2012): *Thermochromic nitro – nitrito interconversion mediated by weak-linked amide in nickel (II) diaminodiamide complexes in the solid state*, Inorganic Chemistry Communications **24**, 254 – 258
2. Chao, M. S., Lu, H. H., Tsai, M. L., Huang, S. L., dan Hsieh, T. H (2009): *Reversible switching of coordination modes of nickel(II) complexes using a hemilabile 4,7-diazadecanediamide ligand*, Inorganica Chimica Acta **362**, 3835 – 3839
3. Chao, M. S., Lu, H. H., Tsai, M. L., Ho, M. L., dan Hsieh, T. A (2008): *Weak-link approach to the synthesis of copper (II)-based metallacycles using a flexible hemilabile 4,7-diazadecanediamide ligand*, Inorganic Chemistry Communications **11**, 1445 – 1447
4. Lin, T., Chang, H. dan Chao, M. S (2013) : *Study on self-assembly of Cobalt (II) complexes using diaminodiamide ligands*, Journal of the Chinese Chemical Society **4**, 557 - 562
5. Bruice, P.Y (2007): *Organic Chemistry*, 5th edition, New York John Willey & Sons
6. Das, D., Laskar, I. R., Ghosh, A., Mondal, K., Okamoto, N., Ray., dan Chaudhuri, R (1998): *First structural characterization of nitro–nitrito linkage isomers of nickel (II): synthesis and single crystal structures of $[\text{NiL}_2(\text{NO}_2)_2]$ and $[\text{NiL}_2(\text{ONO})_2]$ [$L=1-(2\text{-aminoethyl})$ piperidine]*,

Journal of Chemical Society Dalton Trans, **11**, 3987 – 3990

7. Hortala, M. A., Fabrizzi, L., Foti, F., Lichelli, M., dan Antoni, P (2003): *Molecular Motions in the Solid State :the Thermochromic Nitro–Nitrito Interconversion in Nickel (II) Bis (diamine) Complexes*, Inorganic Chemistry, **42**, 664 – 666
8. Housecroft, C. E., dan Sharpe, A. G (2012): *Inorganic Chemistry*, fourth edition, England Pearson Prentice-Hall
9. Miessler, G. L., dan Tarr, D. A (2014): *Inorganic Chemistry* Fifth edition, Person Prentice Hall, Minnesota