

Sintesis dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Mangan(II) dengan Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

Fahimah Martak^{1,*}, Agus Wahyudi¹, Dicky Limanto¹, Mohd. Tajudin Moh. Ali²

¹Kimia, Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

²Pusat Pengajian Kimia dan Sekitaran Applied Sciences Faculty
Universiti Teknologi MARA, Shah Alam Selangor, Malaysia

e-mail: fahimahm@chem.its.ac.id

Abstrak

Kompleks mangan(II) dengan ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol telah berhasil disintesis. Rumus molekul kompleks padatan polikristalin yang terbentuk adalah $[Mn(2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol)_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$. Rumus molekul ini didapatkan dari hasil analisis mikro unsur CHN yang menunjukkan kadar C, H, dan N pada senyawa kompleks secara berturut-turut sebesar 64,03%; 4,67%; dan 7,07%. Dari hasil analisis Spektroskopi Inframerah menunjukkan adanya vibrasi Mn-O pada bilangan gelombang $501,51\text{ cm}^{-1}$ dan vibrasi Mn-N pada bilangan gelombang $443,64\text{ cm}^{-1}$. Hasil tersebut juga diperkuat dengan hasil analisis TGA yang membuktikan bahwa terdapat air kristal dan air ligan pada kompleks. Uji toksisitas kompleks dengan metode BSLT didapatkan nilai LC_{50} sebesar 354,81 ppm.

Kata kunci : Kompleks, ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol, ion logam Mn(II), padatan polikristal dan toksisitas

PENDAHULUAN

Imidazol adalah suatu senyawa dengan dua atom nitrogen berbentuk cincin heterosiklik amina. Imidazol digunakan dalam banyak bidang, salah satunya adalah bidang farmakologi.

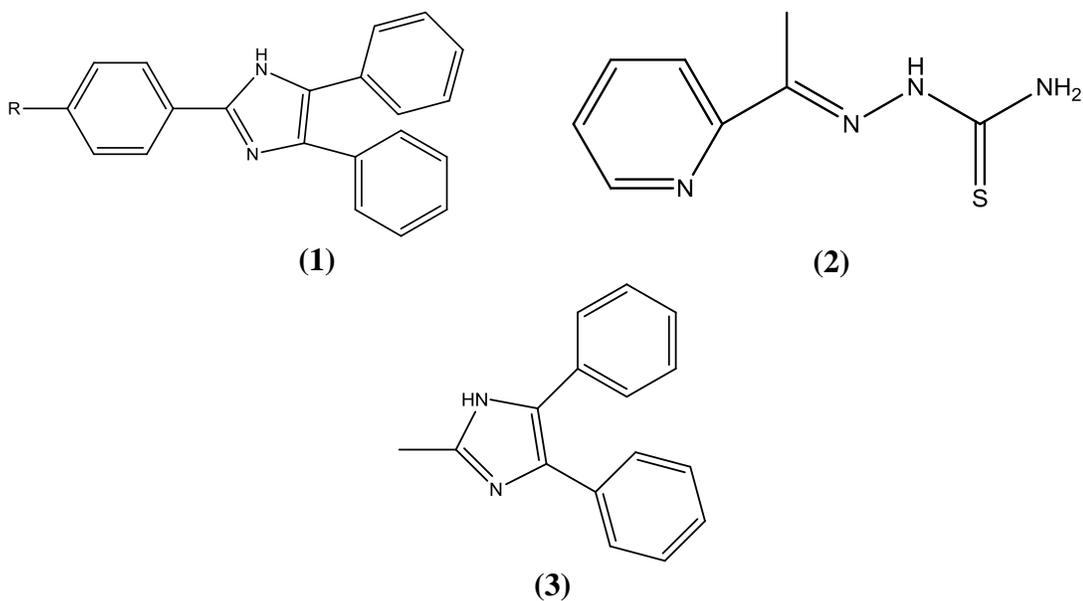
Salah satu senyawa turunan imidazol adalah benzimidazol yang digunakan sebagai obat pencernaan. Pada dasarnya imidazol banyak dimanfaatkan pada bidang kesehatan

dan farmasi karena mempunyai reaktifitas tinggi [1].

Senyawa turunan imidazol diantaranya dapat digunakan sebagai antimikroba dan antioksidan yang mampu membunuh bakteri patogen hingga menghambat kerja senyawa karsinogenik. Senyawa 2-tersubstitusi-4,5-difenil-1H-imidazol (**1**) merupakan salah satu turunan imidazol yang digunakan sebagai antibakteri dengan substituen NO₂, Cl dan Br. Selanjutnya senyawa 2-tersubstitusi-4,5-difenil-1H-imidazol tersubstitusi tersebut diuji dengan *E. coli*, *B. subtilis*, dan *S. aureus* untuk mengetahui tingkat aktifitasnya terhadap senyawa uji. Setelah dilakukan uji ternyata semua hasil sintesis menunjukkan aktifitas yang tidak terlalu tinggi terhadap bakteri *E. coli*, *B. subtilis*, dan *S. aurius*, yaitu berturut-turut 38,09; 33,33; dan 28,57 µ g/mL. Oleh karena itu modifikasi struktur perlu dilakukan untuk meningkatkan aktifitas senyawa

tersebut [2]. Salah satu caranya adalah dengan menggabungkan ion logam pada senyawa tersebut sehingga terbentuk kompleks sehingga peningkatan aktifitas senyawa dapat terjadi.

Jenis atom pusat sangat berpengaruh pada reaktifitas senyawa kompleks [3]. Aktivitas kompleks dari ion logam Mn(II), Co(II) dan Zn(II) dengan ligan 2-asetilpiridin thiosemikarbazon (**2**) telah dilaporkan. Aktifitas ligan dan kompleks tersebut telah diuji pada sel kanker leukemia K562. Senyawa 2-asetilpiridin thiosemikarbazon memiliki nilai IC₅₀ sebesar 29,74 µM dan setelah dikomplekskan terjadi perubahan pada nilai IC₅₀. Senyawa kompleks dengan ion logam Mn(II), Co(II), dan Zn(II) secara berturut-turut memiliki nilai IC₅₀ sebesar 2,55 µM; 45,99 µM; dan 6,9 µM. Dari nilai IC₅₀ terlihat bahwa senyawa kompleks Mn(II) memiliki aktifitas yang paling tinggi [4].



Senyawa kompleks dengan ligan turunan imidazol telah dilaporkan oleh Martak dan Fabri (2016). Kompleks nikel(II) dengan ligan 2-metil-4,5-difenil-1H-imidazol (3) telah berhasil disintesis. Kompleks tersebut diuji toksisitasnya dengan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT) dan didapatkan nilai LC_{50} sebesar 295,15 ppm. Dari hasil tersebut terlihat bahwa kompleks tersebut tidak bersifat toksik [5].

Pada penelitian ini modifikasi struktur dilakukan dengan mengganti substituen metil dengan klorofenil. Penggantian gugus diharapkan mampu meningkatkan aktifitas dari senyawa

kompleks. Gugus metil merupakan gugus pendorong elektron, ini yang menyebabkan atom hidrogen yang terikat pada ligan tersebut tidak mudah lepas. Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan substituen klorofenil sebagai pengganti gugus metil. Gugus klorofenil merupakan gugus penarik elektron, sehingga atom hidrogen pada cincin imidazol lebih mudah terlepas ketika reaksi terjadi di suasana basa. Hal tersebut membuat senyawa kompleks mudah terbentuk karena terjadi ikatan kovalen koordinasi antara atom N pada ligan 2-kloro-4,5-difenil-1H-imidazol dengan ion logam Mn(II).

EKSPERIMEN

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah padatan 1,2-difeniletana-1,2-dion ($C_{14}H_{10}O_2$); ammonium asetat, asam asetat glasial, gas nitrogen 98%, 4-klorobenzaldehida, etil asetat, metal klorida, *n*-heksana, metanol, asam nitrat pekat 5M, aquades, $MnCl_2 \cdot 2H_2O$, air laut, benur udang *Artemia salina*.

Alat

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah seperangkat alat refluks, peralatan gelas, desikator vakum, penangas, pengaduk magnet, plat kromatografi lapis tipis (KLT), kertas pH, kertas saring, dan neraca analitik. Karakterisasi material hasil sintesis dilakukan menggunakan spektrofotometer UV/Vis, spektrofotometer inframerah, proton resonansi magnetic inti (*Proton-Nuclear Magnetic Resonance*/ 1H -NMR), spektrofotometer serapan atom (SSA), Analisis Termogravimetri (*Thermogravimetric Analysis*/TGA),

analisis mikro unsur CHN. Uji toksisitas menggunakan metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BSLT).

Prosedur Kerja

Sintesis Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

Ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol disintesis dengan metode yang sudah dilaporkan sebelumnya [2]. Sintesis ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol dilakukan menggunakan seperangkat alat refluks. Campuran 10 mmol 1,2-difeniletan-1,2-dione dan 0,1 mmol ammonium asetat di dalam 25 mL asam asetat glasial dimasukkan ke dalam labu bundar dan diaduk dengan pengaduk magnet pada suhu 80-100 °C selama 1 jam dengan dialiri gas nitrogen. Kemudian, ditambahkan 10 mmol 4-klorobenzaldehid dalam 5 mL asam asetat glasial tetes demi tetes pada suhu yang sama. Campuran di aduk dengan pengaduk magnet selama 4 jam. Reaksi dimonitor menggunakan KLT dengan eluen etil asetat. Larutan yang dihasilkan didiamkan pada temperatur ruang, selanjutnya disaring.

Endapan yang diperoleh dikeringkan pada suhu ruang dan direkristalisasi dengan pelarut etil asetat hingga senyawa murni dihasilkan. Uji kemurnian senyawa dilakukan dengan kromatografi lapis tipis tiga eluen dan kromatografi lapis tipis dua dimensi.

Sintesis Kompleks Mn(II) dengan Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

Sintesis kompleks Mn(II) dengan ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol dilakukan dengan refluks dan menggunakan gas nitrogen. Perbandingan ion logam dan ligan adalah 1:2 sesuai yang telah dilaporkan oleh Dharmayanti dan Martak (2015). Sebanyak 1 mmol $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dilarutkan ke dalam 5 mL metanol dan dimasukkan ke dalam labu bundar 50 mL. Pada larutan tersebut ditambahkan larutan 2 mmol 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol dalam 25 mL metanol tetes demi tetes ke dalam. Larutan ion logam dan ligan tersebut direaksikan pada suhu 60°C selama 24 jam. pH larutan diatur agar dalam kondisi basa dengan menambahkan sedikit NaOH ke dalam larutan

tersebut. Setelah reaksi selesai, larutan didiamkan hingga suhu ruang dan disaring. Filtrat yang diperoleh ditutup rapat dengan aluminium foil dan dibiarkan hingga terbentuk padatan polikristal. Kristal yang diperoleh dipisahkan dari filtratnya kemudian dikeringkan dalam desikator untuk karakterisasi lebih lanjut.

Analisis Spektroskopi UV-Vis

Larutan $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dan ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol masing-masing dilarutkan dalam metanol dengan konsentrasi 0,01M. Demikian juga senyawa kompleks hasil sintesis dilarutkan dalam metanol dengan konsentrasi yang sama. Kemudian, ketiga larutan diukur dengan spektrofotometer UV/Vis pada panjang gelombang 200-800 nm.

Analisis Spektroskopi Inframerah

Analisis ini dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer FTIR Shimadzu seri 8400. Padatan polikristalin dari kompleks dihaluskan, kemudian ditambahkan padatan polikristalin KBr. Serbuk padatan di

haluskan terlebih dahulu, kemudian dimasukkan ke dalam alat penekan dan ditekan sehingga didapatkan pelet yang tipis. Pelet yang didapat dimasukkan ke dalam tempat sampel dan diamati dengan spektrum inframerah.

Analisis Spektroskopi ¹H-NMR

Untuk melakukan uji ¹H NMR sampel ligan sebanyak 1 µg dilarutkan ke dalam 1 mL pelarut dimetil sulfoksida (DMSO). Setelah itu, dilakukan pengujian ¹H-NMR pada ligan yang telah dihasilkan.

Analisis Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Pada analisis ini digunakan dua jenis larutan, yaitu larutan standar dan larutan sampel. Larutan standar dibuat dengan cara melarutkan 0,0295 gram MnCl₂·2H₂O ke dalam 100 mL aquades untuk mendapatkan larutan induk dengan konsentrasi 100 ppm. Dibuat larutan standar dengan konsentrasi 2 ppm, 4 ppm, 6 ppm, 8 ppm dan 10 ppm. Larutan induk 100 ppm diambil masing-masing 2 mL, 4 mL, 6 mL, 8 mL dan 10 mL lalu

dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian ditambahkan aquades hingga tanda batas untuk membuat larutan standar tersebut.

Larutan sampel dibuat dengan cara melarutkan 0,01 gram senyawa kompleks Mn(II) ke dalam 5 mL asam nitrat pekat, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan ditambahkan aquades hingga tanda batas. Setelah seluruh larutan dihasilkan, absorbansi larutan standart dan kompleks ditentukan.

Analisis Thermogravimetri (TGA)

Analisis TGA dilakukan di Laboratorium Energi, Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Ditimbang kristal hasil sintesis sebesar 8 mg dan diletakkan pada krusibel yang terbuat dari alumunium. Analisis TGA dilakukan dari rentang suhu 25 °C hingga 500 °C dengan kenaikan suhu 5 °C per menit. Selanjutnya akan diperoleh kurva dengan sumbu X sebagai suhu dan sumbu Y sebagai persen massa yang hilang.

Analisis Mikro Unsur CHN

Alat yang digunakan untuk analisis mikro unsur CHN sebelumnya distandarisasi terlebih dahulu dengan menggunakan L-Sistein Standar ($C_5H_{12}N_2O_4S_2$, C = 29,99%; H = 5,03%; N = 11,66%; S = 26,69%; dan O = 26,63%). Sebanyak 10mg sampel diletakkan dalam alumunium foil dan ditambahkan vanadium oksida untuk menyempurnakan reaksi oksidasi. Sampel kompleks kemudian dimasukkan ke dalam pelat berlubang untuk dilakukan pembakaran dengan gas oksigen.

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

Uji BSLT dilakukan pada kompleks Mn(II) hasil sintesis. Uji BSLT dilakukan dengan cara telur udang *Artemia salina* diletakkan dalam wadah yang berisi air laut dan disinari oleh cahaya lampu. Telur larva udang menetas setelah 24 jam dan menjadi larva udang. Larutan kompleks disiapkan dengan konsentrasi 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, dan 250 ppm. Setiap konsentrasi dari larutan kompleks tersebut diujikan pada 10

ekor larva udang dan dihitung berapa jumlah larva yang mati pada setiap konsentrasi. Pengujian dilakukan tiga kali pada masing-masing larutan kompleks.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sintesis Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

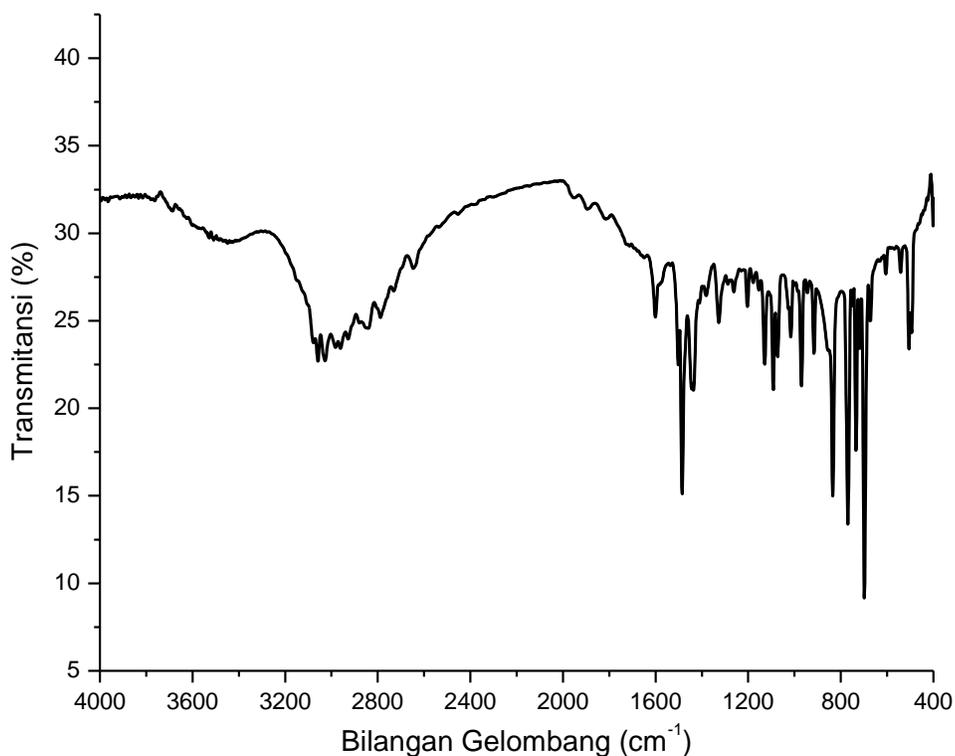
Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol yang telah disintesis kemudian dikarakterisasi menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada struktur tersebut. Spektrum FTIR 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol ditunjukkan pada Gambar 1.

Analisis spektrum 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol, vibrasi ulur dari ikatan N-H ditunjukkan pada daerah $3452,7\text{ cm}^{-1}$. Adanya gugus aromatik pada ligan terlihat dari puncak $3057,27\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan ikatan C-H sp^2 dan puncak $1485,24\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan ikatan C=C aromatik. Ikatan C=N yang terdapat pada cincin imidazol dapat dilihat pada bilangan gelombang

1600,97 cm^{-1} . Adanya gugus fenil yang tersubstitusi kloro ditunjukkan pada serapan 1091,75 cm^{-1} , sedangkan benzena yang tersubstitusi pada posisi *para* ditunjukkan pada daerah bilangan gelombang 769,62 cm^{-1} [2].

Proton pada pergeseran kimia 7,28-7,55 ppm dengan integritas 12H merupakan proton dari gugus fenil yang terikat langsung pada cincin imidazol. Proton pada pergeseran kimia 8,09-8,10 ppm dengan integritas 2H merupakan proton dari gugus fenil tersubstitusi Cl. Proton ini lebih

downfield karena adanya gugus Cl yang merupakan gugus penarik elektron, sedangkan proton pada daerah pergeseran kimia 12,78 ppm dengan multisiplitas singlet adalah proton dari gugus NH. Proton ini lebih *downfield* dibandingkan dengan proton lainnya karena terikat langsung pada atom nitrogen yang memiliki elektronegativitas tinggi. Dari hasil karakterisasi FTIR dan $^1\text{H-NMR}$ dapat disimpulkan bahwa ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol telah terbentuk



Gambar 1. Spektrum Inframerah Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

Lingkungan proton dari ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol, diuji dengan menggunakan $^1\text{H-NMR}$. Hasil dari pergeseran kimia (δ_{H}) ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol dapat dilihat pada Tabel 1.

Sintesis Kompleks Mn(II) dengan Ligan 2-(4-Klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol

Sintesis kompleks Mn(II) dengan ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol menggunakan perbandingan

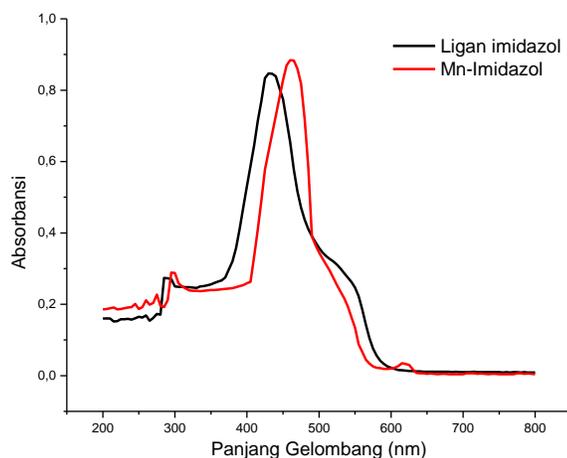
logam:ligan 1:2 seperti yang telah dilaporkan oleh pada penelitian sebelumnya [6].

Analisis Spektrofotometri UV-Vis

Larutan kompleks Mn(II), larutan ligan dan larutan logam $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ditentukan absorbansinya pada panjang gelombang 200-800 nm. Kurva hasil pengukuran panjang gelombang maksimal ketiga larutan tersebut ditunjukkan pada Gambar 3

Tabel 1. Pergeseran kimia ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol

δ_{H} (ppm)	δ_{H} (ppm) [2]
7,28-7,55 (12H, m)	7,3-7,41 (12H, m)
8,09-8,10 (2H, d)	7,51-7,59 (2H, m)
12,78 (1H, s)	13,1 (1H, s)



Gambar 3. Kurva Panjang Gelombang Maksimal Larutan $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol dan Kompleks Mn(II)

Berdasarkan hasil analisis dengan spektrofotometer UV-Vis diperoleh bahwa serapan maksimal untuk larutan $\text{MnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, larutan ligan, dan larutan kompleks Mn(II) secara berturut-turut adalah pada panjang gelombang 286 nm, 285 nm, dan 307 nm. Pergeseran panjang gelombang dari serapan maksimum tersebut menunjukkan adanya interaksi kuat antara ligan dengan ion logam dan menunjukkan senyawa kompleks Mn (II) telah terbentuk.

Analisis Spektrofotometri Inframerah

Spektra FTIR dari senyawa kompleks dapat dilihat pada Gambar 4. Pada spektra terlihat puncak pada daerah $3396,76 \text{ cm}^{-1}$ yang merupakan puncak dari ikatan O-H. Puncak tersebut membuktikan bahwa pada senyawa kompleks terdapat air yang terikat sebagai ligan. Puncak pada $1627,97$ dan $1483,31 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus aromatik, yaitu C=N dan C=C. Serapan gugus C-N dapat terlihat pada puncak $1091,75 \text{ cm}^{-1}$. Puncak pada daerah $765,77$ menunjukkan bahwa ada benzena

tersubstitusi pada posisi *para* [2]. Puncak khas dari senyawa kompleks hasil sintesis dapat terlihat pada daerah $501,51 \text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan ikatan Mn-O dan $443,64$ yang menunjukkan ikatan Mn-N [7]. Dari hasil FTIR terlihat bahwa senyawa kompleks memiliki spektra khas yang berbeda dibandingkan dengan ligan.

Analisis Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Kristal kompleks yang dihasilkan didestruksi dengan asam nitrat pekat, dilanjutkan pengenceran dengan aquades. Larutan kompleks tersebut ditentukan absorbansinya. Larutan standar Mn(II) dengan konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm yang telah dibuat ditentukan absorbansinya. Selanjutnya larutan kompleks Mn(II) ditentukan absorbansinya. Hasil pengukuran absorbansi dari larutan standar ditunjukkan pada Gambar 5.

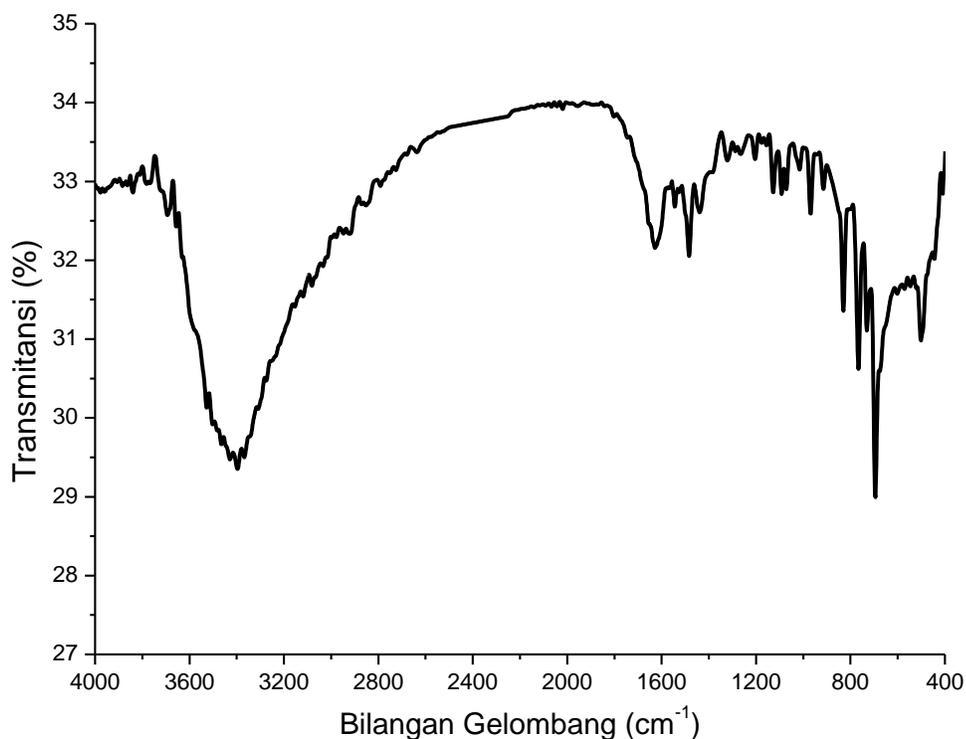
Dari hasil analisis SSA, didapatkan nilai absorbansi dari kompleks Mn(II) sebesar 0,4096. Konsentrasi ion logam Mn(II) pada kompleks tersebut dapat dihitung dari persamaan regresi linear. Dari

perhitungan, didapatkan bahwa konsentrasi ion logam Mn(II) pada kompleks adalah sebesar 5,3715 ppm.

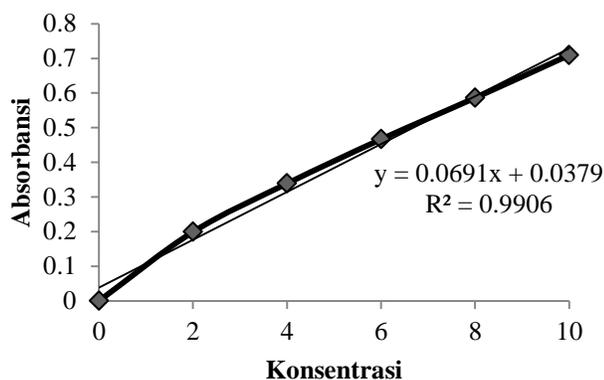
Analisis Termogravimetri (TGA)

Analisis TGA dilakukan dari suhu 25-500 °C dengan kenaikan suhu 5 °C/menit. Kurva TGA senyawa kompleks Mn(II) seperti ditunjukkan

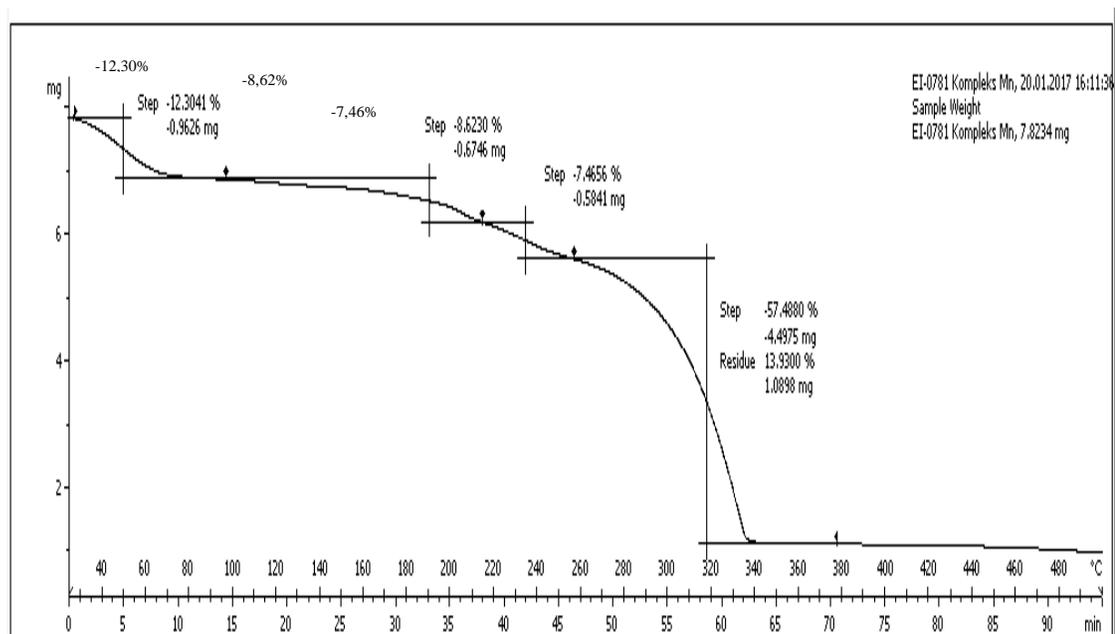
pada Gambar 6. Berdasarkan kurva tersebut terlihat bahwa senyawa kompleks Mn(II) terdekomposisi sebanyak 4 kali. Dekomposisi pertama terjadi pada suhu 31,31-68,39 °C sebanyak 12,30%. Dekomposisi ini diperkirakan sebagai molekul air yang terikat secara fisik pada kompleks.



Gambar 4. Spektra FTIR Senyawa Kompleks Mn(II)



Gambar 5. Kurva konsentrasi terhadap absorbansi Larutan Standar Mn(II)



Gambar 6. Kurva TGA Senyawa Kompleks Mn(II)

Analisis Mikro Unsur CHN

Analisis mikro unsur CHN dilakukan untuk mengetahui komposisi relatif dari unsur karbon,

hidrogen dan nitrogen pada senyawa kompleks. Hasil dari analisis CHN kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan secara teoritis dari beberapa kemungkinan rumus molekuler

senyawa kompleks. Perbandingan komposisi atom C, H, dan N secara eksperimen dan teoritis dapat dilihat pada Tabel 2.

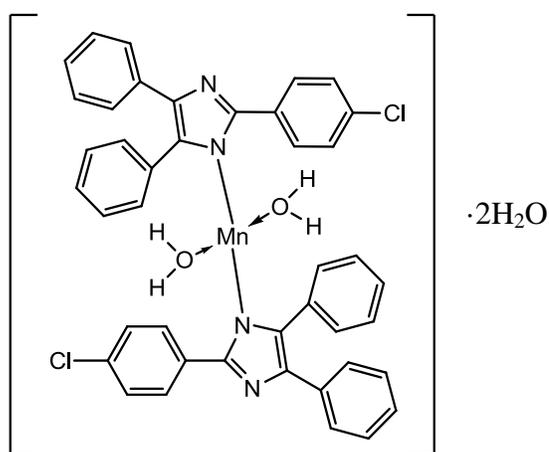
Berdasarkan data pada Tabel 2 dengan komposisi atom C, H, dan N secara berturut-turut adalah sebesar 64,13%; 4,61%; dan 7,12% mendekati

hasil eksperimen. Hal ini memperkuat kompleks Mn(II) memiliki formula $[\text{Mn}(\text{2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$. Dari seluruh hasil karakterisasi dapat diprediksi struktur kompleks $[\text{Mn}(\text{2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ seperti ditunjukkan pada Gambar 7.

Tabel 2. Hasil analisis unsur C, H dan N Secara Eksperimen dan Teoritis

Rumus Molekul	Kadar (%)		
	C	H	N
Eksperimen	64,0375	4,6739	7,0794
$[\text{Mn}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]$	67,21	4,30	7,46
$[\text{Mn}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot \text{H}_2\text{O}$	65,63	4,46	7,29
$[\text{Mn}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	64,13	4,61	7,12
$[\text{Mn}(\text{L})_2(\text{H}_2\text{O})_2]\text{Cl}_2$	61,41	3,93	6,82

*L = 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol



Gambar 7. Struktur Kompleks $[\text{Mn}(\text{2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol})_2(\text{H}_2\text{O})_2] \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

Uji Toksisitas dengan Metode BSLT

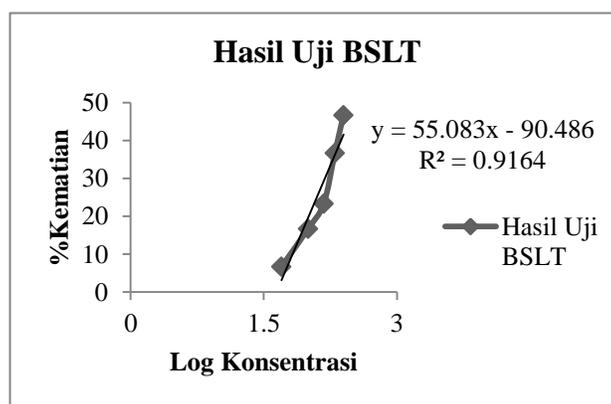
Kompleks [Mn(2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol)₂(H₂O)₂].2H₂O dilarutkan dalam metanol, kemudian ditambahkan aquades hingga konsentrasi 1000 ppm. Dari larutan kompleks 1000 ppm dibuat larutan uji dengan cara diencerkan menjadi konsentrasi 50, 100, 150, 200, dan 250 ppm. Larutan uji dimasukkan ke dalam

plat uji yang telah berisi 10 larva udang *Artemia salina*. Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing konsentrasi. Hasil dari uji BSLT dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3 dapat dibuat grafik hubungan antara log konsentrasi sebagai sumbu x dan % kematian sebagai sumbu y. Grafik yang diperoleh ditunjukkan pada Gambar 8.

Tabel 3. Data Hasil Uji BSLT Kompleks [Mn(2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol)₂(H₂O)₂].2H₂O

Konsentrasi Ppm	Log Konsentrasi	Hidup Awal			Jumlah Mati	Persen Kematian
		1	2	3		
50	1.7	10	10	10	2	6.67
100	2.0	10	10	10	5	16.67
150	2.2	10	10	10	7	23.33
200	2.3	10	10	10	11	36.67
250	2.4	10	10	10	14	46.67



Gambar 8. Grafik Hasil Uji BSLT Senyawa Kompleks [Mn(2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol)₂(H₂O)₂].2H₂O

Berdasarkan grafik hasil uji BSLT diperoleh nilai LC_{50} untuk senyawa kompleks $[Mn(2-(4\text{-klorofenil})-4,5\text{-difenil-1H-imidazol})_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$ adalah sebesar 254,81 ppm. Dari nilai LC_{50} menunjukkan bahwa senyawa kompleks $[Mn(2-(4\text{-klorofenil})-4,5\text{-difenil-1H-imidazol})_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$ tergolong senyawa kurang toksik karena memiliki nilai $LC_{50} > 200$ ppm [8].

IV. KESIMPULAN/RINGKASAN

Pada penelitian ini ligan 2-(4-klorofenil)-4,5-difenil-1H-imidazol telah berhasil disintesis. Hal ini ditunjukkan dari hasil analisis kromatografi lapis tipis, $^1H\text{-NMR}$ dan FTIR. Ligan yang telah dihasilkan tersebut direaksikan dengan ion logam Mn(II). Kompleks yang dihasilkan dari reaksi tersebut memiliki formula $[Mn(2-(4\text{-klorofenil})-4,5\text{-difenil-1H-imidazol})_2(H_2O)_2] \cdot 2H_2O$.

Terbentuknya kompleks ini ditunjukkan dari hasil karakterisasi SSA, analisis mikro unsur CHN, dan FTIR dan TGA. Uji BSLT dari kompleks yang disintesis

menunjukkan nilai LC_{50} sebesar 254,81 ppm yang mengindikasikan bahwa kompleks tersebut kurang toksik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis berterimakasih kepada Program Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi-ITS (PUPT-ITS) dan BOPTN DIKTI melalui LPPM ITS. Terimakasih juga pada Institute Tropical Disease (ITD), Universitas Airlangga untuk pengukuran spektroskopi NMR dan Universiti Teknologi MARA, Malaysia untuk bantuan analisis CHN.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Carey, F. A. (2000). *Organic Chemistry Fourth Edition*. New York: Mc. Graw-Hill.
- [2] Jain, A. K.; Ravichandran, V.; Sisodiya, M.; and Agrawal, R. K. (2010). *Synthesis and antibacterial evaluation of 2-substitued-4,5-diphenyl-N-alkyl imidazole derivatives*. Asian Pacific Journal of Tropical Medicine. Volume 3 : Issue 6: pages 471-474.

- [3] Jolly, W. L. (1991). *Modern Inorganic Chemistry (Vol. II)*. Berkeley: Mc. Graw-Hill, Inc.
- [4] Li, M. X.; Chen, C. L.; Zhan, D; Niu, J. Y.; and Ji, B. S. (2010). *Mn(II), Co(II) and Zn(II) complexes with heterocyclic substituted thiosemicarbazones: Synthesis, characterization, X-ray crystal structures and antitumor comparison*. European Journal of Medicinal Chemistry. Vol 45: Issue 7: pages 3169-3177.
- [5] Martak, F. dan Fabri, A. R. (2016). *Sintesis Ligan dan Kompleks Ni(II) dengan Ligan 2-Metil-4,5-Difenil-1H-Imidazol*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- [6] Dharmayanti, A. dan Martak, F. (2015). *Sintesis Senyawa Aktif Kompleks Mangan(II) dengan Ligan 2-(4-Nitrofenil)-4,5-Difenil-1H-Imidazol*. Jurnal Sains dan Seni ITS 4.
- [7] Pujiono, F. E. dan Martak, F. (2014). *Studi Sintesis Senyawa Komplek Mangan(II) 2,4,5-Trifenilimidazol Dengan Metode Solvotermal*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- [8] Pisutthanan, S., Plianbangchang, P., Pisutthanan, N., Ruanruay, S. and Muanrit, O. (2004). Brine Shrimp Lethality Activity of Thai Medicinal Plants in the Family Meliaceae. Naresuan University Journal. Volume 12: Issue 2: Pages 13-18