

TESIS

**Sintesis Dan Karakterisasi Kompleks Zn(II) Dan Te(IV) Ditiokarbamat
Dan Potensinya Sebagai Anti Tuberkulosis**

**Synthesis and Characterization Complexes Zn(II) and Te(IV)
Dithiocarbamates and Their Potential As Anti Tuberculosis**

DESY KARTINA

P1100211007



**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

**Sintesis Dan Karakterisasi Kompleks Zn(II) Dan Te(IV) Ditiokarbamat
Dan Potensinya Sebagai Anti Tuberkulosis**

**Tesis
Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Magister**

**Program Studi
Kimia**

Disusun dan diajukan oleh

DESY KARTINA

Kepada

**PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2013**

PRAKATA

Alhamdulillahiraabiil 'alamiin, tiada cukup kata rasanya untuk memanjatkan puji syukur kepada Alkhalik Al Mudabbir, Allah SWT yang dengan Keagungan-Nya dan Kasih Sayang-Nya jua, akhirnya penulis dapat menyelesaikan studi pada pendidikan tingkat Magister mulai dari awal perkuliahan hingga akhir penulisan tesis ini.

Tesis ini disusun sebagai syarat akademis dalam memperoleh gelar Magister Sains pada Program Studi Kimia, Program Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Tesis ini merupakan laporan penelitian dengan judul **Sintesis Dan Karakterisasi Kompleks Zn(II) Dan Te(IV) Ditiokarbamat Dan Potensinya Sebagai Anti Tuberkulosis**.

Dalam proses penyusunan tesis ini berbagai hambatan telah dihadapi penulis. Namun atas bantuan, bimbingan, dan kerjasama dari berbagai pihak sehingga penyusunan tesis ini dapat selesai. Pada kesempatan ini penulis dengan penuh kerendahan hati menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Ibu Dr. Indah Raya., M.Si sebagai ketua komisi penasehat dan Ibu Dr. Hasnah Natsir., M.Si sebagai anggota komisi penasehat yang telah banyak meluangkan waktunya dalam membimbing dan mengarahkan penulis sejak penulisan rencana penelitian sampai pada penyelesaian penulisan tesis ini.

Demikian pula ucapan terima kasih dan penghargaan yang sama disampaikan kepada:

1. Bapak Prof. Dr. dr. Idrus Paturusi, Sp.B, Sp.BO. sebagai Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Ir. Mursalim sebagai Direktur PPS-UNHAS, Makassar.
3. Bapak Prof. Dr. H. Hanafi Usman, M.S sebagai Dekan FMIPA-UNHAS, Makassar.
4. Ibu Dr. Paulina Taba, M.Phil sebagai Ketua Program Studi Magister Kimia PPS-UNHAS, Makassar.
5. Bapak Prof. Dr. H. Abd. Wahid Wahab, M.Sc, Bapak Dr. Firdaus Zenta., M.S, Bapak Prof. Akhyar Ahmad, Ph.D sebagai anggota tim penguji seminar usul, seminar hasil serta ujian tesis.
6. Bapak dan Ibu dosen Program Studi Kimia PPS-Unhas Makassar.
7. Seluruh rekan-rekan mahasiswa angkatan 2011 Program Magister Kimia yang telah berbagi suka dan duka selama mengikuti kuliah dan penelitian.
8. Terkhusus untuk sahabatku Sukarti (Arti) terima kasih yang tak pernah putus.
9. Kepada mereka yang tidak sempat disebutkan tetapi telah banyak membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini.

Secara khusus penghargaan dan terima kasih kepada saudaraku Suryawala dan Eko Nurja Alam yang telah memberikan bantuan kepada penulis. Tak pernah terlupakan selamanya, kepada orang tua yang saya hormati dan cintai karena Allah ummiku tersayang Nurmin Ronga yang selalu mendidik, memberikan motivasi dan mendoakan penulis. Juga kepada Mama mertua Hj. Nurmiati yang selalu mendoakan. Terkhusus suami tercinta dr. Asep Subarkah atas segala bantuan, dukungan, pengertian, dan doa yang diberikan selama ini. Anakku tersayang Zaky Muhammad Al-Fatih atas pengertiannya selama ummi menempuh pendidikan tiada kata terucap Semoga Allah SWT memberikan balasan pahala yang berlipat ganda dan semoga kita kelak ditempatkan disebaik-baik tempat.

Penulis menyadari bahwa tesis ini masih memiliki banyak kekurangan, namun harapan penulis sekurang apapun karya ini mudah-mudahan ada yang bermanfaat bagi dunia ilmu pengetahuan.

Akhir kata penulis mengharapkan saran dan kritik yang bermanfaat dari pembaca untuk menyempurnakan tesis ini. Semoga Allah SWT senantiasa memberikan rahmat dan hidayah-Nya kepada kita semua dan keberkahan hidup didunia dan akhirat kelak, Aamiin Allahumma Aamiin.

Makassar, Juli 2013

Penulis

Desy Kartina

ABSTRAK

DESY KARTINA. Sintesis Dan Karakterisasi Kompleks Zn(II) Dan Te(IV) Ditiokarbamat Dan Potensinya Sebagai Anti Tuberkulosis (dibimbing oleh Indah Raya dan Hasnah Natsir).

Penelitian ini bertujuan mensintesis dan mengkarakterisasi senyawa kompleks dari ion logam Zn(II) dan Te(IV) dengan ligan EtiPrDtc, MeHepDtc, MelsoButDtc dan menguji potensi anti Tuberkulosis senyawa kompleks yang berhasil disintesis.

Metode yang digunakan adalah metode *in-situ*, yakni mereaksikan amina sekunder dengan karbondisulfida dan garam logam dalam suasana basa. Senyawa kompleks yang dihasilkan dikarakterisasi dengan menggunakan spektroskopi UV-Vis, FT-IR, NMR, konduktometer dan titik leleh.

Hasil penelitian diperoleh enam senyawa kompleks yang berhasil disintesis yaitu : Zn(II)EtiPrDtc, Zn(II)MeHepDtc, Zn(II)MelsoButDtc, Te(IV)EtiPrDtc, Te(IV)MeHepDtcPhen, dan Te(IV)MelsoButDtcPhen. Khusus untuk senyawa Zn(II)MelsoButDtc dan Te(IV)MelsoButDtcPhen dikarakterisasi menggunakan spektroskopi NMR. Keseluruhan Senyawa kompleks yang telah berhasil disintesis menunjukkan potensial bioaktivitas terhadap *Mycobacterium tuberculosis*.

Kata Kunci: Senyawa Kompleks Ditiokarbamat, Anti Tuberkulosis

ABSTRACT

DESY KARTINA. *Synthesis and Characterization Of Complexes Zn(II) and Te(IV) Dithiocarbamates and Their Potential as Anti Tuberculosis* (Supervised by Indah Raya and Hasnah Natsir).

The research aimed to synthesize and characterize the complex compounds derived from the Zn(II) and Te(IV) metal ions with the ligands of EtiPrDtc, MeHepDtc, MelsoButDtc and to test the potentials of the anti tuberculosis of the complex compounds which were successfully synthesized.

The method used was an *"in situ"* method, i.e. to react the secondary amine and disulphide carbon and metal salt in the base condition. The complex compounds produced were characterized by using spectroscopies of UV-Vis, FT-IR, NMR, conductometer and melting point.

The research result indicates that six complexes which are successfully synthesized are: Zn(II)EtiPrDtc, Zn(II)MeHepDtc, Zn(II)MelsoButDtc, Zn(II)MelsoButDtc, Te(IV)EtiPrDtc, Te(IV)MeHepDtcPhen, and Te(IV)MelsoButDtcPhen. Specially, the compounds of Zn(II)MelsoButDtc and Te(IV)MelsoButDtcPhen are characterized using the NMR spectroscopies. All the complexes which have been successfully synthesized indicate the bioactivity potentials on the *Mycobacterium tuberculosis*.

Key words: Dithiocarbamate complex compound, Anti tuberculosis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGAJUAN TESIS	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PRAKATA	iv
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xviii
DAFTAR SINGKATAN	xx
BAB I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Tinjauan Umum Senyawa Kompleks	6
B. Ligan.....	7
C. Ditiokarbamat	10
C.1 Struktur Senyawa Ditiokarbamat	13
C.2 Klasifikasi Senyawa Ditiokarbamat.....	16
C.3 Sifat-Sifat Ditiokarbamat	17

C.4 Pembuatan Senyawa kompleks Ditiokarbamat.....	20
D. Tinjauan Umum Logam.....	21
E. Tinjauan Umum Anti Mikroba.....	25
F. Tinjauan Umum Penyakit Tuberkulosis (TBC).....	31
G. Spektroskopi.....	37
H. Kerangka Fikir Dan Hipotesis.....	39
BAB III. METODE PENELITIAN.....	42
A. Alat Penelitian	42
B. Bahan Penelitian	42
C. Waktu dan Tempat Penelitian	43
D. Prosedur Penelitian.....	43
E. Analisis data.....	45
F. Pengujian Daya Hambat Anti bakteri.....	45
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	47
A. Sintesis dan Persamaan Reaksi Senyawa Kompleks.....	47
B. Analisis dan karakterisasi.....	49
1. Pengukuran titik leleh.....	49
2. Pengukuran konduktivitas.....	50
3. Analisis dengan menggunakan spektrometer UV-VIS.....	51
4. Analisis dengan menggunakan FT-IR.....	60
5. Analisis dengan menggunakan spektroskopi NMR.....	69

6. Perkiraan struktur senyawa kompleks.....	72
7. Uji potensi anti tuberkulosis.....	75
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
1. Kesimpulan.....	78
2. Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	86

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Klasifikasi asam basa.....	9
2. Senyawa kompleks Organologam Sebagai Anti Mikroba Dan Jenis Enzim Yang Dihambatnya.....	31
3. Komposisi Medium LJ.....	36
4. Nilai Titik Leleh Senyawa Kompleks	54
5. Hasil Uji Konduktivitas Pelarut Dan Senyawa Kompleks Hasil Sintesis.....	54
6. Data Spektrum UV-Vis Senyawa Kompleks Dengan Ligan EtiPrDtc.....	56
7. Data Spektrum UV-Vis Senyawa Kompleks Dengan Ligan MeHepDtc.....	58
8. Data Spektrum UV-Vis Senyawa Kompleks Dengan Ligan MelsoButDtc.....	60
9. Analisis spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)EtiPrDtc, Zn(II)MeHepDtc, Zn(II)MelsoButDtc.....	65
10. Analisis spectrum IR senyawa kompleks Te(IV)EtiPrDtc, Te(IV)MeHepDtc, Te(IV)MelsoButDtc.....	65
11. Hasil Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks.....	79

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Struktur Untuk Bilangan Koordinasi	8
2. Struktur Senyawa Ditiokarbamat R' Dan R'' ialah Gugus Alkil, Aril, Hidrogen Atau Rantai Karbon Dengan Gugus Fungsi. M ialah Kation Logam, Ammonium Atau Gugus Alkil.....	13
3. Struktur Resonansi Ligan Ditiokarbamat... ..	15
4. Penggolongan Asam Ditiokarbamat	16
5. Reaksi Penguraian Termal Asam Ditiokarbamat.....	17
6. Senyawa Kompleks Alkilena Bisditiokarbamat.....	19
7. Senyawa Kompleks Zn-Dialkilditiokarbamat.....	25
8. <i>Mycobacterium tuberculosis</i>	32
9. Struktur isonikotinihidrazine (INH).....	36
10. Spektrum FT-IR CS ₂ Dalam Fase Cair Yang Diperoleh Dari Hasil Penguraian Asam Senyawa Kompleks Ziram (Bis(Dimetilditiokarbamat)Zn).....	38
11. Persamaan Reaksi Umum Sintesis Senyawa Kompleks Ditiokarbamat . (a) M = Zn ²⁺ (b) M = Te ⁴⁺	48
12. Spektrum UV-VIS ligan EtiPrDtc.....	52
13. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Zn(II) EtiPrDtc.....	52
14. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Te(IV) EtiPrDtc.....	53
15. Spektrum UV-VIS Ligan MeHepDtc.....	54
16. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Zn(II)MeHepDtc.....	54
17. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Te(IV)MeHeDtcPhen.....	55

18. Spektrum UV-VIS Ligan MelsobutDtc.....	56
19. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Zn(II)MelsBuDtc.....	56
20. Spektrum UV-VIS senyawa kompleks Te(IV) MelsobutDtcPhen.....	57
21. Transisi Elektronik Pada Senyawa Kompleks Ditiokarbamat.....	57
22. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)EtiPrDtc.....	61
23. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)MeHepDtc.....	63
24. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)MelsobutDtc.....	64
25. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)EtiPrDtc.....	66
26. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)MeHepDtc.....	67
27. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)MelsobutDtc.....	69
28. Spektrum C-NMR Zn(II)MelsobutDtc.....	71
29. Spektrum H-NMR Senyawa Kompleks Zn(II)MelsobutDtc.....	72
30. Spektrum C-NMR Te(IV) MelsobutDtcPhen.....	73
31. Spektrum H-NMR Senyawa Kompleks Te(IV) MelsobutDtcPhen.....	75
32. Senyawa Kompleks Zn(II)EtiPrDtc.....	77
33. Senyawa Kompleks Zn(II)MeHepDtc.....	77
34. Senyawa Kompleks Zn(II)MelsobutDtc.....	77
35. Senyawa Kompleks Te(IV)EtiPrDtc.....	78
36. Senyawa Kompleks Te(IV)MeHepDtcPhen.....	78
37. Senyawa Kompleks Te(IV)MelsobutDtcphen.....	78
38. Hasil daya hambat senyawa kompleks terhadap bakteri, a. kontrol negative(rifampisin),b.isoniazid,c.Zn(II)EtiPrDtc,d.Zn(II)MeHepDtc,	

e.Zn(II)MelsoButDtc,f.Te(IV)EtiPrDtc,g.Te(IVMeHepDtcPhen, h.Te(IV)MelsoButDtcPhen.....	80
---	----

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
39. Bagan Kerja Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Zn(II) EtiPrDtc	86
40. Bagan Kerja, Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Zn(II)MeHepDtc.....	87
41. Bagan Kerja Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Zn(II)MelsoButDtc.....	88
42. Bagan Kerja Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Te(IV)EtiPrDtc 17.....	89
43. Bagan Kerja Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Te(IV)MeHepDtcPhen.....	90
44. Bagan Kerja Sintesis, Analisis Dan Uji Bioaktivitas Senyawa Kompleks Te(IV)MelsoButDtcPhen.....	91
45. Komposisi Medium LJ.....	92
46. Skema Kerja Uji Anti bakteri.....	93
47. Spektrum UV-VIS Ligan Etilisopropil.....	94
48. Spektrum UV-VIS Ligan MetilHeptil.....	95
49. Spektrum UV-VIS Ligan MetilIsoButil.....	96

50. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks Etilisopropildtc (Zn).....	97
51. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks Heptilmetildtc (Zn).....	98
52. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks MetilisoButildtc (Zn).....	99
53. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks Etilisopropildtc (Te).....	100
54. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks Metilheptildtcphen (Te).....	101
55. Spektrum UV-VIS Senyawa Kompleks Metilisobutildtcphen(Te).....	102
56. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)EtiPrDtc.....	103
57. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)MeHepDtc.....	104
58. Spektrum IR senyawa kompleks Zn(II)MelsoButDtc.....	105
59. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)EtiPrDtc.....	106
60. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)MeHepDtc.....	107
61. Spektrum IR senyawa kompleks Te(IV)MelsoButDtcphen.....	108
62. Spektrum H-NMR Zn(II)MelsoButDtc.....	109
63. Spektrum C-NMR Zn(II)MelsoButDtc.....	110
64. Spektrum H-NMR Te(IV)MelsoButDtcPhen.....	111
65. Spektrum C-NMR Te(IV)MelsoButDtcPhen.....	112

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

cm ⁻¹	: per sentimeter
FT-IR	: Fourier Transform Infra Red
mL	: mililiter
mmol	: milimol
p.a	: pro analisis
UV-Vis	: ultra violet-visible
%	: persen
°C	: Derajat celcius
ADP	: Adenosine difosfat
ATP	: Adenosine trifosfat
Cm	: Centimeter
Dkk	: dan kawan-kawan
mg/L	: milligram per liter
NA	: nutrien agar
PDA	: potato dextrose agar
pH	: derajat keasaman
EtiPrDtc	: EtilisopropilDitiokarbamat
MeHeDtc	: MetilHeptilDitiokarbamat
Mels0ButDtc	: MetillsobutilDitiokarbamat

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Penyakit Tuberkulosis (TBC atau TB) adalah suatu penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini merupakan bakteri basil yang sangat kuat sehingga memerlukan waktu lama untuk mengobatinya. Bakteri ini lebih sering menginfeksi organ paru-paru dibandingkan bagian lain tubuh manusia. Insidensi TBC dilaporkan meningkat secara drastis pada dekade terakhir ini di seluruh dunia, demikian pula di Indonesia. Tuberkulosis atau TBC merupakan masalah kesehatan, baik dari sisi angka kematian (mortalitas), angka kejadian penyakit (morbiditas), maupun diagnosis dan terapinya. Dengan penduduk lebih dari 200 juta orang, Indonesia menempati urutan ke empat setelah India, China dan Afrika Selatan dalam hal jumlah penderita di antara 22 negara dengan masalah TBC terbesar di dunia (Syahrini, 2008).

Jumlah penderita TBC paru dari tahun ke tahun di Indonesia terus meningkat, terlebih dengan adanya resistensi multi obat (MDR) terhadap *Mycobacterium tuberculosis* menyebabkan situasi menjadi semakin mengkhawatirkan. Dimana obat-obatan umumnya mempunyai daya toksisitas terhadap *Mycobacterium tuberculosis* memiliki masa pengobatan yang agak

panjang sehingga terkadang menimbulkan masalah, jika penderita tidak dapat konsisten dan kontinyu dalam pengobatannya (Hanafi dan Prasenhadi, 2010). Di sisi lain, secara kimiawi tidak dapat dipungkiri bahwa penggunaan obat-obatan dalam jangka panjang akan mempunyai efek samping tertentu. Oleh karenanya diperlukan obat baru yang mempunyai daya hambat dan daya toksisitas tinggi terhadap *Mycobacterium tuberculosis* yang efektif mengatasi masalah tersebut.

Usaha penemuan anti mikroba (anti bakteri dan anti jamur) telah banyak ditemukan oleh para ahli, diantaranya yang berasal dari tumbuh-tumbuhan, hewan, dan mikroorganisme. Selain itu juga ada sumber anti mikroba yang bukan berasal dari makhluk hidup, seperti menggunakan senyawa kompleks dengan cara mensintesisnya. Beberapa senyawa kompleks yang telah disintesis sebelumnya menunjukkan bahwa aktivitas biologi dari senyawa kompleks tersebut dapat digunakan sebagai anti mikroba, seperti senyawa kompleks ditiokarbamat. Ditiokarbamat merupakan salah satu senyawa kimia yang telah membuka sejarah awal dalam ilmu kimia organosulfur (Thorn dan Ludwig, 1962; Campbell dkk., 1981).

Perkembangan penggunaan senyawa kompleks telah banyak diteliti melalui suatu tahapan-tahapan reaksi (mekanisme reaksi) dengan menggunakan ion-ion logam serta ligan yang berbeda-beda. Senyawa kompleks yang diperoleh memiliki peranan penting dalam berbagai bidang kehidupan, antara lain dalam bidang kimia, industri farmasi, kesehatan, dan

analisis kimia (Mitarilyanti, 2008). Dalam bidang pertanian, senyawa kompleks ditiokarbamat paling banyak digunakan sebagai pestisida, insektisida dan fungisida (Kesari dan Gupta, 1998). Dibidang kedokteran sebagai anti mikroba dan kemoterapi pada tumor (Aruna dkk., 2006), bahan antiseptik (Osmond dan Fatih, 2005), sebagai obat anti alkohol dan anti tuberkulosis (Breviglieri, dkk 2000), vanadosen sebagai kontraseptik dan anti HIV (Maikhuri dkk., 2003).

Sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat umumnya melibatkan ligan ditiokarbamat dalam bentuk garam amonium, natrium, litium, dan barium (Haas dan Schwarz 1963). Ligan ini dapat diperoleh secara komersial maupun disintesis. Saat ini metode *in-situ* yang diperkenalkan oleh Thirumaran dkk., (1998) lebih banyak digunakan dalam sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat. Dimana metode ini melibatkan reaksi antara asam ditiokarbamat dengan logam dalam bentuk garamnya, dimana asam ditiokarbamat disediakan dengan cara mereaksikan amina dengan karbon disulfida dalam pelarut etanol. Senyawa ditiokarbamat sebagian besar dapat membentuk senyawa kompleks dengan ion logam dari unsur transisi (Rogachev, dkk., 1999).

Ditiokarbamat adalah salah satu ligan yang dapat menstabilkan senyawa kompleks logam dalam bilangan oksidasi yang tinggi (Hogart, 2006). Pada penelitian ini digunakan beberapa jenis logam dengan variasi bilangan oksidasi yaitu Zn(II) dan Te(IV) untuk melihat perbedaan kekuatan

ikatannya. Kekuatan pengkelatan atom sulfur terhadap logam bergantung pada gugus R¹(Etil, Metil) dan R²(Isopropil, Heptil, Isobutil) yang terikat pada ligan (manoussakis dan Tsipis, 1973). Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan pula beberapa jenis ligan dengan variasi gugus R¹ dan R² yakni etilisopropilditiokarbamat, metilheptilditiokarbamat dan metilisobutilditiokarbamat.

Dalam penelitian bioaktivitas senyawa kompleks ditiokarbamat, dapat digunakan sebagai anti tuberkulosis (Carolina, 2011), ion logam tellurium (Te) diketahui berperan sebagai anti korosi, sedangkan ion logam Seng (Zn) membantu sistem imunitas tubuh, dibutuhkan dalam penyembuhan luka, serta dapat membantu syaraf perasa dan penciuman (Widowati, dkk., 2008).

Berdasarkan informasi tersebut, maka pada penelitian ini akan dilakukan sintesis dan karakterisasi senyawa kompleks ditiokarbamat dengan menggunakan logam Zn(II) dan Te(IV), yang dikomplekskan dengan ligan EtiPrDtc, MeHeDtc, dan MeIsoButDtc dan hasilnya akan diujikan pada *Micobacterium tuberculosis*.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Apakah senyawa kompleks ion logam Zn(II) dan Te(IV) dengan ligan Etilisopropilditiokarbamat, Metilheptilditiokarbamat, dan Metilisobutilditiokarbamat dapat disintesis secara *in situ*?
2. Apakah senyawa kompleks hasil sintesis memiliki potensi sebagai anti tuberkulosis?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan dan identifikasi masalah maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mensintesis dan mengkarakterisasi senyawa kompleks dari ion logam Zn(II) dan Te(IV) dengan ligan Etilisopropilditiokarbamat, MetilHeptilditiokarbamat, dan MetilIsoButilditiokarbamat.
2. Mengetahui potensi anti tuberkulosis senyawa kompleks hasil sintesis.

D. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian diharapkan dapat memberi informasi mengenai potensi senyawa kompleks yang dihasilkan dari sintesis logam Zn(II) dan

Te(IV) dengan ligan EtiPrDct, MeHepDtc, dan MelsoButDtc sebagai anti tuberkulosis, juga sebagai bahan referensi bagi penelitian selanjutnya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Senyawa Kompleks

Ion atau molekul senyawa kompleks terdiri dari satu atom (ion) pusat dan sejumlah ligan yang terikat erat pada atom pusat. Atom pusat ditandai dengan bilangan koordinasi, yaitu angka bulat yang menunjukkan jumlah ligan (monodentat) yang dapat membentuk senyawa kompleks stabil dengan atom pusat. Bilangan koordinasi menyatakan jumlah ruangan yang tersedia sekitar atom atau ion pusat yang biasa disebut bulatan koordinasi yang masing-masing dapat dihuni satu ligan (monodentat) (Svehla, 1990).

Menurut Rivai (1995), Werner mengemukakan bahwa beberapa ion logam cenderung berikatan koordinasi dengan zat-zat tertentu membentuk senyawa kompleks yang mantap dan disebut ligan. Dalam menjelaskan proses pembentukan dan susunan koordinasi senyawa-senyawa kompleks, Werner telah merumuskan tiga dalil, yaitu:

1. Beberapa ion logam mempunyai dua jenis valensi, yaitu valensi utama dan valensi tambahan atau valensi koordinasi. Valensi utama berkaitan dengan bilangan oksidasi ion logam, sedangkan valensi tambahan berkaitan dengan bilangan koordinasi ion logam.

2. Ion-ion logam itu cenderung menjenuhkan baik valensi utamanya maupun valensi tambahannya.
3. Valensi koordinasi mengarah dalam ruangan mengelilingi ion logam pusat.

Meskipun Werner belum dapat memberikan penafsiran yang masuk akal tentang valensi koordinasi, namun Lewis kemudian dapat menjelaskan bahwa valensi koordinasi itu sebagai tingkat kecenderungan ion-ion logam mencapai susunan elektron gas mulia. Akibatnya, ion-ion logam itu cenderung menerima elektron (pasangan elektron). Pemberi pasangan elektron itu adalah ligan. Karena itu, ligan adalah zat yang memiliki satu atau lebih pasangan elektron bebas (Rivai, 1995).

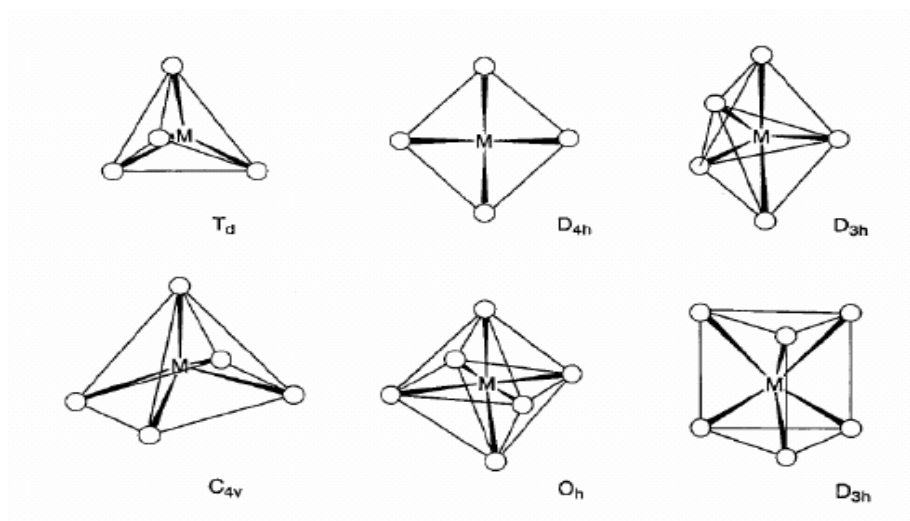
B. Ligan

Ligan adalah spesies yang memiliki atom yang dapat menyumbangkan sepasang elektron pada ion logam pusat pada tempat tertentu dalam lingkup koordinasi, sehingga ligan merupakan basa Lewis. Beberapa ligan dapat menyumbangkan lebih dari sepasang elektron dari atom yang berbeda tempat dalam struktur geometrik ion kompleks (Petrucci dan Suminar, 1987).

Sebagian besar ligan adalah zat netral dan anionik. Ligan netral, seperti ammonia (NH_3), atau karbonmonoksida (CO) dalam keadaan bebas pun merupakan molekul yang stabil, sementara ligan anionik seperti Cl^- atau C_5H_5^- , distabilkan hanya jika dikoordinasikan keatom logam pusat. Ligan

dengan satu atom pengikat disebut ligan monodentat, dan yang memiliki lebih dari satu atom pengikat disebut ligan polidentat, yang juga disebut ligan khelat. Jumlah atom yang diikat pada atom pusat disebut dengan bilangan koordinasi (Saito, 1996).

Menurut Saito (1996), senyawa molekular yang mengandung logam transisi ligan disebut senyawa koordinasi. Bilangan koordinasi ditentukan oleh ukuran atom ligan pusat, jumlah elektron pada orbital dan efek sterik ligan. Pada (Gambar 1) menunjukkan senyawa kompleks dengan berbagai bilangan koordinasi dideskripsikan dibawah :



Gambar 1. Struktur Bilangan Koordinasi 4-6 (Saito, 1996)

Kemampuan ion logam untuk terikat pada ligan sangat bergantung pada sifat dari atom logam maupun ligan yang akan berinteraksi. Pearson (1986), mengklasifikasikan ion logam maupun ligan dalam kelas asam-basa

keras-lunak (*Hard and Soft acid Base, HSAB*). Asam basa keras adalah spesies yang mempunyai ukuran yang relatif kecil, muatan tinggi, serta polarisabilitas yang rendah. Sebaliknya asam basa lunak adalah spesies yang mempunyai ukuran relatif besar, muatan yang kecil, serta polarisabilitas yang tinggi. Umumnya asam keras cenderung berpasangan dengan basa keras sedangkan asam lunak menyukai basa lunak.

Tabel 1. Klasifikasi Asam dan Basa Menurut Prinsip HSAB

Asam	
Keras	Lunak
H^+ , Li^+ , Na^+ , K^+ , Be^{2+} , Mg^{2+} , Ca^{2+} , Sr^{2+} , BF_3 , $B(OH)_3$, AlH_3 , $AlCl_3$, CO_2 , Si^{3+} , Al^{3+} , Sc^{3+} , Ga^{3+} , In^{3+} , La^{3+} , Cr^{3+} , Fe^{3+} , Co^{3+} , Ti^{2+} , Hf^{1-} , $AlMe_3$, RCO^+	Cu^{2+} , Ag^+ , Au^+ , Hg^+ , CH_3Hg^+ , Ti^+ , Pd^{2+} , Pt^{2+} , Cd^{2+} , Hg^{2+} , BH_3 , $GaMe_3$, $CaCl_3$, Gal_3 , $InCl_3$, CH_3Br_2 , I_2 , Br^+ , I^+ , atom-atom logam
Menengah	
Fe^{2+} , Ru^{2+} , Os^{2+} , Co^{2+} , Rh^{3+} , Ir^{3+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Zn^{2+} , GaH_3 , R_3C , $C_6H_3^+$, Sn^{2+} , Pb^{2+} , NO^+ , Sb^{3+} , Bi^{3+} , SO_2	
Basa	
Keras	Lunak
CO_3^{2+} , $CH_2CO_2^-$, NH_3 , RNH_2 , N_2H_4 , H_2O , OH^- , ROH , RO^- , R_3O , F^- , Cl^- , NO_3^+ , PO_4^{3-} , SO_4^{2-} , ClO_2^-	CO , CN^- , RNC , C_2H_4 , C_6H_6 , R_3P , $(RO)_3P$, R_3As , R_2S , RSH , H^+ , R^- , I^- , SCN^- , $S_2O_3^-$
Menengah	
N_2 , N_3 , NO_3^- , C_5H_5N , $C_6H_3NH_3$, Br^-	

Sumber : Saito, 1996

Besarnya perbedaan energi antara orbital asam-basa keras menyebabkan transfer muatan dari basa ke asam sangat eksotermik, dalam hal ini interaksi yang paling dominan adalah interaksi ionik. Sebaliknya asam dan basa lunak mempunyai energi orbital molekul yang kira-kira setara, sehingga interaksi kovalen menjadi sangat dominan. Overlap orbital yang paling efektif adalah orbital yang mempunyai level energi yang setara. Secara umum dapat dikatakan bahwa interaksi yang kuat antara asam keras dan basa keras akan memberikan kontribusi interaksi elektrostatik yang besar bagi energi ikatan ionik, sedangkan interaksi asam lunak dan basa lunak lebih memberikan kontribusi bagi ikatan kovalen (Bower, 2003).

C. Ditiokarbamat

Sejak beberapa dekade yang lalu, penelitian terhadap ligan pendonor sulfur dan senyawa yang mengandung ikatan logam sulfur telah banyak dilakukan. Penelitian tersebut mencakup aspek sintesis dan strukturnya, sifat spektroskopi maupun aspek biokimia (Schreiner dan Hauser, 1972; Block dkk., 1989; Jain, 1994; Gandhi, 1996). Senyawa ini diketahui mempunyai kegunaan yang luas pada berbagai bidang seperti pertanian, perindustrian, obat-obatan, biologi dan analisis kimia (Korablev dkk., Plyusnin, 1995).

Sharma (1986) telah mengklasifikasikan ligan pendonor sulfur yang terdiri dari senyawa ditiokarbamat, xantat, dan ditiolat. Khususnya terhadap

ditiokarbamat, penelitian mengenai ligan pendonor sulfur (Coucovanis, 1979) perlu ditingkatkan dan diperbanyak lagi, seiring dengan perkembangan penggunaannya yang begitu meluas dalam berbagai bidang baru disektor kimia, industri, biologi dan obat-obatan (Lieder, 2004).

Ditiokarbamat merupakan senyawa kimia yang telah membuka sejarah awal dalam penelitian kimia organosulfur (Thorn dan Ludwig, 1962; Campbell dkk., 1981). Ditiokarbamat dan analognya mengandung dua atom pendonor sulfur yang terikat pada satu atom karbon. Senyawa ini diketahui sebagai ligan sistem 1,1-ditiolat (Eisenberg, 1970).

Sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat telah dilaporkan pertama kali oleh Debus pada tahun 1850. Sejak itu senyawa kompleks ditiokarbamat berkembang pesat terutama pada masa dan setelah perang dunia ke-2. Ziram dan Tiram telah diperkenalkan pada tahun 1930 dan 1931 sebagai pestisida. Pada tahun (1934), Tisdale dan William telah mempatenkan senyawa kompleks ditiokarbamat sebagai fungisida dan insektisida yang meliputi senyawa kompleks logam ditiokarbamat dan tiram disulfida yang dihasilkan dari dialkilamina. Setelah itu, fungisida ditiokarbamat telah digunakan secara meluas dalam bidang pertanian (Malik, 1999).

Kegunaan senyawa ditiokarbamat pada manusia diawali pada tahun (1938) oleh Hall dari sarikat Bauer dan Back yang telah mengkaji aktifitas biologi ditiokarbamat pada mikroba yang bersifat pathogen terhadap manusia. Ia menemukan senyawa ditiokarbamat tetrametiltiuram disulfida

dan dimetil ditiokarbamat dapat digunakan sebagai anti bakteri (Thorn dan Ludwig, 1962). Sejak tahun 1942 senyawa ditiokarbamat seperti tetrametiluram telah banyak digunakan sebagai anti jamur (dermatofit) (Kligman dan Rosensweig, 1948), serta dalam pembuatannya sabun dan salep kulit untuk manusia dan hewan dan untuk perawatan penyakit kulit yang disebabkan oleh parasit ataupun jamur (Schultheiss, 1957).

Lebih dari dua ratus jenis senyawa ditiokarbamat baru telah berhasil disintesis dan hampir lima puluh kristal dari senyawa kompleks berhasil diketahui strukturnya dengan menggunakan metode kristalografi sinar-X. disamping itu uji bioaktivitas seperti anti mikroba, antikanker dan antioksidan juga dilakukan terhadap sebagian besar senyawa kompleks ditiokarbamat yang dihasilkan (Raya, 2007). Seperti berbagai organostannum ditiokarbamat yang telah disintesis dan diujikan oleh Normah Awang (2005).

Ditiokarbamat didefinisikan sebagai senyawa anorganik separuh amida dari asam ditiokarbamat yang mengandung gugus ditio, $-S_2^-$. Selain itu, ditiokarbamat merupakan ligan anionik yang mempunyai tiga donor elektron yang berupaya menstabilkan atom logam pusat dalam berbagai bilangan oksidasi (Coucovanis, 1979). Ditiokarbamat adalah senyawa yang dihasilkan melalui reaksi antara amina primer atau sekunder dengan kehadiran karbon disulfida dalam medium basa (Breviglieri dkk., 2000).

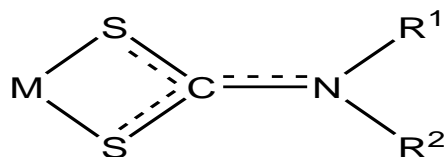
Sifat paling menarik dari ditiokarbamat adalah kemampuannya untuk berikatan dengan logam membentuk senyawa kompleks, dimana terjadi

reaksi perpindahan elektron. Oleh karena itu berbagai pengujian terhadap bahan, elektrokimia, sifat fisik dan spektroskopi baik pada ligan maupun senyawa kompleksnya telah dilakukan terhadap senyawa ini (Lieder, 2003).

C.1 Struktur Senyawa Ditiokarbamat

Struktur kimia senyawa ditiokarbamat umumnya seperti yang ditunjukkan dalam gambar 2 (Thorn dan Ludwig, 1962). Senyawa ditiokarbamat tersebut dapat berperan sebagai ligan monodentat ataupun bidentat (Sharma, 1986), namun kebanyakan berperan sebagai ligan bidentat uninegatif, yaitu pengkoordinatan melalui kedua atom sulfur (Kaludjerovic dkk., 2002).

Pengikatan ligan ditiokarbamat secara bidentat dapat dilakukan melalui dua cara, secara simetri ataupun asimetri (Okamoto dkk., 1993). Pengikatan ligan ditiokarbamat secara bidentat yang simetri menunjukkan ikatan M-S yang sama panjang, sebaliknya pada pengikatan bidentat asimetri menunjukkan panjang ikatan M-S yang tidak sama panjang. Ligan ditiokarbamat bidentat dapat juga membentuk jembatan diantara dua logam peralihan (Heinrich dkk., 1990).



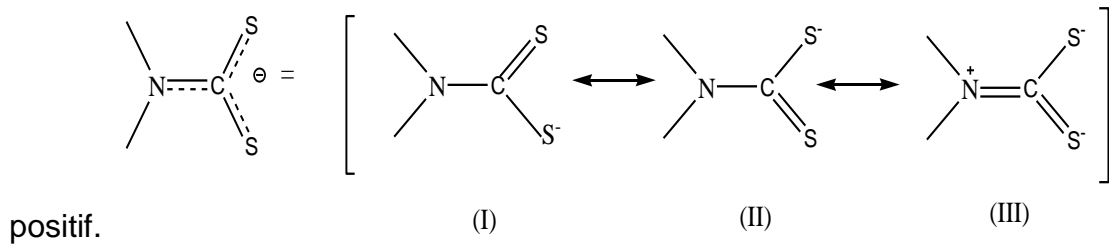
Gambar 2. Struktur Senyawa Ditiokarbamat R' Dan R'' ialah Gugus Alkil, Aril, Hidrogen Atau Rantai Karbon Dengan Gugus Fungsi. M ialah Kation Logam, Ammonium Atau Gugus Alkil.

Senyawa ditiokarbamat yang dihasilkan melalui reaksi antara karbon disulfida dengan amina sekunder merupakan salah satu ligan pengkelat sulfur yang paling penting dalam kimia logam peralihan (Sejekan dkk., 1978). Ditiokarbamat dapat membentuk ikatan dengan logam dan dapat membentuk kelat dengan hampir semua unsur peralihan (Delepine, 1907; Allen dan Kennard, 1987). Anion ditiokarbamat $R^1R^2NCS^{2-}$ merupakan basa yang lemah dan dapat berperan sebagai ligan dwisulfur (Coucouvanis, 1979).

Dalam senyawa kompleks, ditiokarbamat biasanya berperan sebagai ligan pengkelat bidentat walaupun terdapat perbedaan ikatan yang tidak setara pada kedua atom sulfur dari gugus yang sama (Radha., dkk 1986). Anion bidentat ini juga telah diketahui dapat berperan sebagai jembatan yang menghubungkan dua pusat atom logam peralihan (Heinrich dkk., 1990; Bardaji dkk., 1994). Kekuatan pengkelatan atom sulfur terhadap logam bergantung pada gugus R^1 dan R^2 (Manoussakis dan Tsipis, 1973). Sebagai contoh dietilditiokarbamat merupakan salah satu ligan pengkelat yang paling baik karena gugus etil merupakan gugus pendonor elektron yang baik. Stereokimia, bilangan oksidasi dan jenis ion logam turut memainkan peranan yang penting dalam menentukan sifat ligan ditiokarbamat. Ditiokarbamat adalah salah satu ligan yang dapat menstabilkan senyawa kompleks logam

dalam bilangan oksidasi yang tinggi. Hal ini karena ligan ditiokarbamat mempunyai; (i) muatan yang rendah dan (ii) jari-jari yang kecil (2.8-2.9 Å). selain itu, senyawa kompleks logam ditiokarbamat khususnya logam peralihan juga dapat berada dalam berbagai bilangan oksidasi termasuk bilangan oksidasi yang tinggi. Sifat istimewa ligan ini yang mempunyai sistem elektron π terdelokalisasi menyebabkan kerapatan elektron pada atom logam bertambah. Beberapa senyawa kompleks logam ditiokarbamat yang ditemukan dengan bilangan oksidasi yang tinggi adalah Fe(IV), Cu(III), Ni(IV) dan Ag(II) (Pasek dan Straub, 1972).

Beberapa cara yang digunakan untuk menentukan jenis pengikatan ligan ditiokarbamat dalam senyawa kompleks yaitu melalui spektrum inframerah, spektrum elektronik ($\pi \rightarrow \pi^*$) peralihan intraligan dan korelasi $RMN^1H \nu(C - N)$ (Nikolov, 1971). Ligan ditiokarbamat dalam bentuk anion ini dapat ditemukan dalam beberapa bentuk resonansi (Gambar 3) (Bookhari dkk., 1947; Giovagnini dkk., 2005). Struktur awal adalah dua ikatan C-S dan satu ikatan C-N mempunyai ikatan rangkap dua. Sementara itu struktur (I) dan (II) mempunyai satu ikatan tunggal (C-S) dan satu ikatan rangkap (C=S) dengan C-N adalah ikatan tunggal, struktur (III) mempunyai dua ikatan tunggal (C-S) dengan C=N adalah ikatan rangkap dua dan N bermuatan

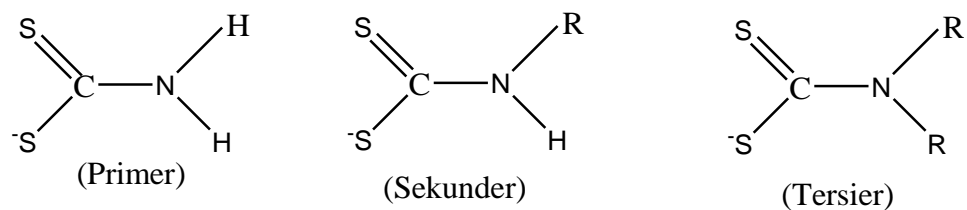


Gambar 3. Struktur Resonansi Ligan Ditiokarbamat

Gugus R yang terikat pada atom nitrogen akan mempengaruhi struktur resonansi dan selanjutnya menentukan pemilihan struktur utama (Lieder dkk., 2004).

C. 2 Klasifikasi Senyawa Ditiokarbamat

Terdapat lebih dari 15 jenis senyawa ditiokarbamat yang diketahui, namun secara umum asam ditiokarbamat dapat digolongkan dalam tiga golongan utama, yaitu primer, sekunder dan tersier (Gambar 4) (Yong, 2005 dalam Raya, 2007).



Gambar 4. Penggolongan Asam Ditiokarbamat

Ketiga golongan senyawa tersebut dapat dihasilkan dari reaksi antara karbon disulfida dalam alkohol dengan amina primer, sekunder ataupun tersier, jenis amina bergantung pada jenis asam ditiokarbamat yang akan

dihasilkan. Reaksi yang terlibat dalam sintesis ditiokarbamat ialah serangan nukleofilik terhadap CS_2 oleh amina.

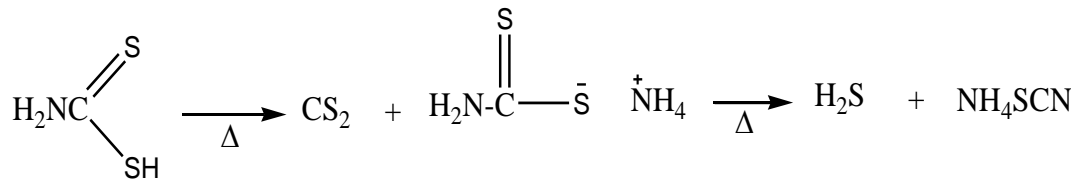
Asam ditiokarbamat tidak stabil dan mudah terurai menjadi asam tiosianat dan hidrogen sulfida. Senyawa ini hanya boleh disimpan dalam jangka waktu yang pendek pada suhu di bawah $50\text{ }^\circ\text{C}$ (Sharma, 1986). Oleh karena asam ditiokarbamat tidak stabil, maka pembentukan senyawa kompleks dengan garam ammonium, logam alkali, logam alkali tanah ataupun alkil ester akan memperlambat proses penguraian senyawa tersebut. Ligan ini biasanya berbentuk kristal jarum yang tidak berwarna.

C. 3 Sifat-Sifat Ditiokarbamat

1. Kestabilan

Umumnya ditiokarbamat tidak stabil dalam kondisi asam, dan mudah terurai menjadi karbon disulfida dan amina (Thorn dan Ludwig 1962; Marino dkk., 1999). Dalam keadaan tersebut ditiokarbamat membentuk molekul terproton, yaitu asam ditiokarbamat yang stabil dalam padatan maupun dalam larutan dan akan mengalami penguraian termal menghasilkan karbon disulfida, hidrogen disulfida dan ammonium tiosianida seperti dalam (Gambar 5). Dalam bentuk senyawa kompleks senyawa ditiokarbamat umumnya stabil pada suhu ruang maupun suhu yang agak tinggi. Sebagai contoh senyawa

kompleks Ge(IV)Alkylsikloheksilditiokarbamat mulai mengalami penguraian pada suhu 127-400 °C(Gandhi dkk., 1996).



Gambar 5. Reaksi Penguraian Termal Asam Ditiokarbamat

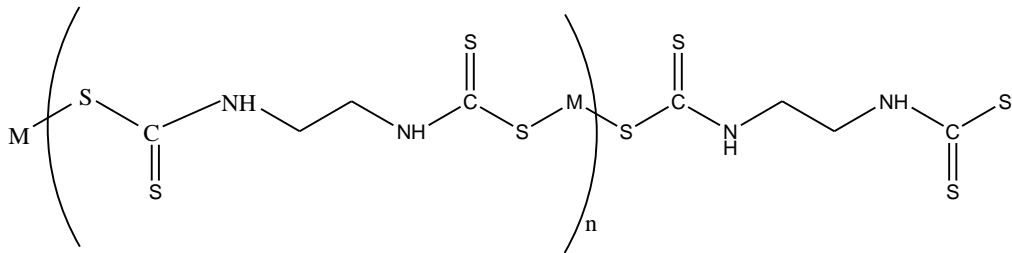
2. Kelarutan

Kekuatan ikatan logam dalam senyawa kompleks ditiokarbamat dapat mempengaruhi kelarutan senyawa kompleks tersebut. Senyawa kompleks ditiokarbamat dengan logam berat mempunyai kelarutan yang sangat rendah dalam air (Thorn dan Ludwig,1962). Kelarutan senyawa kompleks juga sangat dipengaruhi oleh jenis gugus alkil yang berikatan dengan ligan ditiokarbamat. Apabila R alkil yang berantai panjang, kemampuan senyawa kompleks untuk melarut dalam air berkurang. Sebaliknya, jika R adalah gugus alkil berantai pendek ataupun bercabang, kemampuan senyawa kompleks untuk melarut dalam air akan meningkat dan konduksi molar akan berkurang (Cavell dkk., 1979).

Sejekan, dkk., (1978) juga melaporkan kehadiran gugus hidroksi (OH) juga dapat menurunkan kelarutan senyawa kompleks ditiokarbamat dalam pelarut nonpolar seperti CCl₄, namun sebaliknya kelarutan dalam air

semakin meningkat karena kehadiran ikatan hidrogen inter-molekul (Bookhari dkk.,1974). Contohnya, dietanolditiokarbamat mempunyai kelarutan yang lebih baik dalam air banyak digunakan sebagai senyawa obat (Jain dkk., 1999).

Meskipun demikian, senyawa ditiokarbamat dengan gugus pengganti yang bersifat hidrofobik biasanya mempunyai kelarutan yang rendah dalam air (Rogachev, 1999). Senyawa ini mempunyai kelarutan yang tinggi dalam pelarut organik seperti benzena, kloroform, aseton dan etanol (Sharma dkk., 1981). Selain itu, terdapat senyawa kompleks ditiokarbamat yang mempunyai dua gugus pendonor CS_2 , seperti senyawa kompleks alkilena bisditiokarbamat (Gambar 6), membentuk kelat polimerik yang tidak larut dalam kedua jenis pelarut baik pelarut polar maupun non polar.



Gambar 6. Senyawa Kompleks Alkilena Bisditiokarbamat

3. Titik Leleh

Titik leleh senyawa kompleks ditiokarbamat ditentukan oleh struktur dan bahan penyusunnya (ion logam pusat dan jenis ligananya). Ion logam pusat berperan dari segi ukuran dan muatannya, pengikatan yang kuat akan menunjukkan titik leleh yang tinggi. Ukuran ion logam pusat dalam senyawa

kompleks mempengaruhi titik leleh senyawa, dimana ukuran ion yang semakin besar akan memberikan interaksi yang lemah antara ligan ditiokarbamat dengan ion logam dengan demikian titik leleh menjadi semakin rendah pula (Saito, 1996).

Selain itu ligan ditiokarbamat dengan gugus R rantai lurus menunjukkan titik leleh yang lebih rendah di banding gugus R yang tidak lurus (Cavell dkk., 1979). Sebagai contoh, Souza, dkk., (2000) dalam senyawa kompleks indium(III) dipropil mempunyai titik leleh yang lebih rendah yaitu 198°C dibandingkan analognya diisobutilditiokarbamat, yaitu 288°C. Demikian juga nomura dkk., (1989) memperoleh senyawa kompleks ditiokarbamat dengan gugus R yang mengandung gugus hidroksi menunjukan titik leleh yang lebih rendah dari yang tidak mengandung gugus hidroksi.

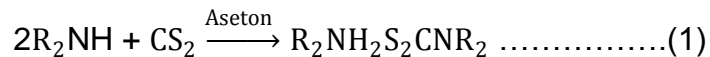
C. 4 Pembuatan Senyawa Kompleks Ditiokarbamat

1. Pembuatan Ligan Ditiokarbamat

Pembuatan senyawa kompleks ditiokarbamat umumnya memerlukan ketersediaan ligan ditiokarbamat terlebih dahulu dalam bentuk garam ammonium atau natrium. Contohnya pada penelitian yang dilakukan oleh Haas dan Schwarz (1963) yang menyediakan ligan ammonium dietanolditokarbamat dengan cara mereaksikan larutan dietanol dengan

ammonia dan larutan CS₂ dalam suhu dingin. Hasil yang diperoleh berupa kristal jarum yang mempunyai kelarutan yang baik dalam air.

Selain garam ammonium atau natrium ditiokarbamat terdapat juga bahan lain yang dapat berperan sebagai sumber ligan, yaitu garam dialkilammoniumdialkditiokarbamat (Cavell dkk., 1979). Rumus umum senyawa ini adalah (RR'NH₂) + (S₂ CNRR') yang dibuat melalui reaksi antara karbon disulfida dengan amina sekunder, persamaan umumnya adalah seperti berikut:



2. Sintesis Senyawa Kompleks Ditiokarbamat

Sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat dapat dilakukan dengan cara penggunaan serbuk logam untuk menggantikan garam logam (Tetsumi dkk., 1986). Saat ini metode in-situ yang diperkenalkan oleh Thirumaran dkk., (1998) lebih banyak digunakan. Metode ini melibatkan reaksi antara asam ditiokarbamat dengan logam dalam bentuk garamnya, dimana asam ditiokarbamat disediakan dengan cara mereaksikan amina dengan karbon disulfida dalam pelarut etanol.

Metode suhu rendah digunakan dalam pembuatan senyawa kompleks ditiokarbamat untuk memperoleh hasil yang baik dan kemurnian

yang tinggi (Farina dkk., 2001 dalam Sanuddin, 2005). Reaksi antara amina sekunder dan karbon disulfida sangat eksotermik, oleh sebab itu karbon disulfida perlu ditambahkan dalam amina dingin secara perlahan-lahan sambil diaduk hingga terbentuk endapan.

D. Tinjauan Umum Logam

1. Tinjauan Umum Logam Telurium

Telurium adalah suatu [unsur kimia](#) dalam [tabel periodik](#) yang memiliki lambang Te dan [nomor atom](#) 52. Telurium memiliki warna putih keperak-perakan, dan dalam keadaan murninya menunjukkan kilau logam. Cukup rapuh dan bisa dihaluskan dengan mudah. Telurium amorf ditemukan dengan pengendapan telurium dari larutan asam tellurat. Telurium adalah semikonduktor tipe-p, dan menunjukkan daya hantar yang lebih tinggi pada arah tertentu, tergantung pada sifat kerataan atom. Daya hantarnya bertambah sedikit ketika unsur ini terpapar dengan sinar matahari. Telurium bisa diberi dopan perak, tembaga, emas, timah atau unsur lainnya. Di udara, telurium terbakar dengan nyala biru kehijau-hijauan, membentuk senyawa dioksida. Telurium cair mengkorosi besi, tembaga dan baja tahan karat. Knesium adalah logam abu-abu keperak-perakan yang dapat menjadi kusam perlahan-lahan dalam udara lembab. Unsur ini merupakan penghambat korosi yang luar biasa untuk baja (Dewanjee, 1990).

Telurium memiliki ciri-ciri sebagai berikut : Simbol: Te, radius Atom: 1.42 Å, Volume Atom: 20.5 cm³/mol, Massa Atom: 127.6, Titik Didih: 1261 K, Radius Kovalensi: 1.36 Å, Struktur Kristal: Heksagonal, Massa Jenis: 6.24 g/cm³, Konduktivitas Listrik: 2 x 10⁶ ohm⁻¹cm⁻¹, Elektronegativitas: 2.1, Konfigurasi Elektron: [Kr]4d¹⁰ 5s²5p⁴ Formasi Entalpi: 17.49 kJ/mol, Konduktivitas Panas: 2.35 Wm⁻¹K⁻¹, Potensial Ionisasi: 9.009 V, Titik Lebur: 722.72 K, Bilangan Oksidasi: -2,4,6, Kapasitas Panas: 0.202 Jg⁻¹K⁻¹, Entalpi Penguapan: 50.63 kJ/mol.

Telurium memperbaiki kemampuan tembaga dan baja tahan karat untuk digunakan dalam permesinan. Penambahan telurium pada timbal dapat mengurangi reaksi korosi oleh asam sulfat pada timbal, dan juga memperbaiki kekuatan dan kekerasannya. Telurium digunakan sebagai komponen utama dalam sumbat peleburan, dan ditambahkan pada besi pelapis pada menara pendingin. Telurium juga digunakan dalam keramik. Bismut telurida telah digunakan dalam peralatan termoelektrik.

2. Tinjauan Umum Logam Zn

Seng merupakan logam putih kebiru-biruan dengan nomor atom 30, berat atom 65,38 dengan titik cair 419,5 °C dan titik didih 907 °C termasuk unsur logam IIB pada tabel periodik. Logam ini cukup mudah ditempa dan dilihat pada suhu 110-150 °C (Cotton dan Wilkinson, 1989).

Logam ini keras dan rapuh pada kebanyakan suhu, logam ini kembali menjadi rapuh dan dapat dihancurkan menjadi bubuk dengan memukul-mukulnya. Seng juga mampu menghantarkan listrik. Seng yang dibakar akan menghasilkan lidah api berwarna hijau kebiruan dan mengeluarkan asap seng oksida. Seng bereaksi dengan asam, basa, dan non logam lainnya. Seng yang sangat murni akan bereaksi secara lambat dengan asam pada suhu kamar. Asam kuat seperti asam klorida maupun asam sulfat dapat menghilangkan lapisan pelindung seng karbonat dan reaksi dan reaksi seng dengan air yang ada akan melepaskan gas hidrogen (Hinds, 2010).

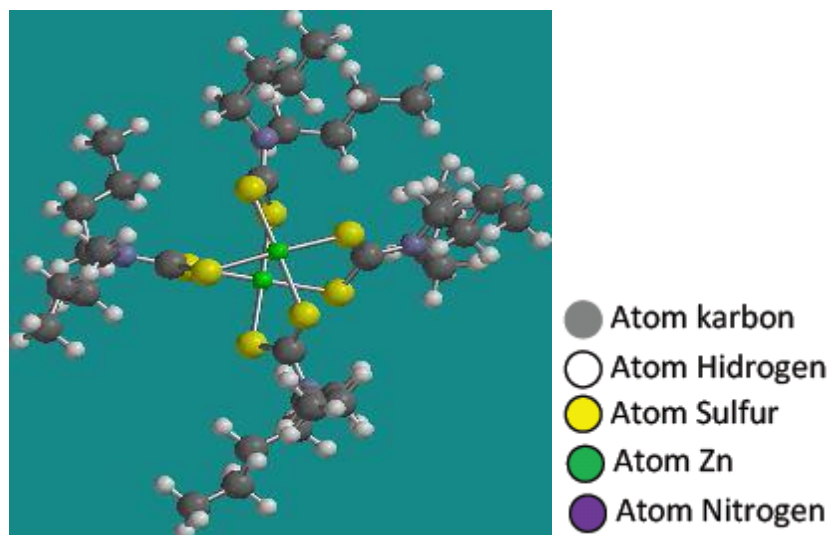
Sifat kimiawi seng mirip dengan logam-logam transisi periode pertama seperti nikel dan tembaga. Logam ini bersifat diamagnetik dan hampir tak berwarna. Jari-jari ion seng dan magnesium juga hampir identik. Oleh karenanya, garam yang terbentuk dari kedua unsur ini akan memiliki struktur kristal yang sama. Pada kasus dimana jari-jari ion merupakan faktor penentu, sifat-sifat kimia keduanya akan sangat mirip. Seng akan membentuk senyawa kompleks dengan pendonor N^- dan S^- (Brady, dkk. 1983).

Seng (Zn) merupakan unsur yang terlibat dalam sejumlah besar enzim yang mengkatalisis reaksi metabolik yang vital. Selain itu, seng (Zn) berperan pula dalam proses pembentukan genetik, yaitu pada DNA dan RNA serta partisipasinya dalam metabolisme protein, Zn juga esensial untuk pertumbuhan anak (darmono, 1995).

Seng (Zn) berperan dalam menyusun struktur protein dan membran sel. Seng (Zn) berperan menstabilisasi struktur protein, membantu sistem imunitas tubuh, dibutuhkan dalam penyembuhan luka, serta dapat membantu syaraf perasa dan penciuman. Seng (Zn) sebagai katalisator enzim superoksida (CuZnSOD) berperan mengeliminasi radikal bebas anionsuperoksida (Widowati, dkk., 2008).

Dalam bidang biologis, kompleks Zn dengan ligan NCS_2 dijadikan model secara struktur dan spektroskopi dalam sisi pengikatan logam dalam sejumlah protein metalotreonina dan metalloregulatori.

Gao, Jason (2003) menambahkan Zn-diamilditiokarbamat dan Sb-diamilditiokarbamat dalam pelumas mesin diesel memiliki sifat antioksidan.



Gambar 7. Senyawa Kompleks Zn-Dialkilditiokarbamat

Kompleks seng yang yang digunakan sebagai aditif pelumas dapat dilihat pada senyawa kompleks Zn-dialkilditiokarbamat (gambar 7) yang digunakan sebagai antifriksi dan antiwear (Zhang et al, 2003).

E. Tinjauan Umum Anti Mikroba

Anti mikroba dapat berupa senyawa kimia sintetik atau produk alami. Anti mikroba sintetik dapat dihasilkan dengan membuat suatu senyawa yang sifatnya mirip dengan aslinya yang dibuat secara besar-besaran, sedangkan yang alami didapatkan langsung dari organisme yang menghasilkan senyawa tersebut dengan melakukan proses pengekstrakan (Setyanangsih, 2004).

Anti mikroba adalah obat untuk membunuh mikroba, khususnya mikroba yang bersifat merugikan manusia. Obat yang digunakan untuk membasmi mikroba penyebab infeksi pada manusia ditentukan harus memiliki sifat toksisitas selektif setinggi mungkin. Artinya obat tersebut harus bersifat sangat toksik untuk mikroba, tetapi relatif tidak toksik untuk hospes (Gan, 1989).

Aktivitas anti mikroba ditentukan oleh spektrum kerja, daya kerja, konsentrasi minimum untuk inhibisi (KMI) dan potensi pada KMI. Suatu anti mikroba dikatakan mempunyai aktivitas yang tinggi bila KMI terjadi pada kadar anti mikroba yang rendah tetapi mempunyai daya bunuh atau daya hambat yang besar. Pada percobaan secara *in vitro* dengan metode difusi agar, hal ini dapat dilihat pada besar diameter zone inhibisi pertumbuhan

mikroba di sekeliling anti mikroba. Bila pada kadar yang rendah dapat memberikan diameter zona inhibisi yang luas dan bening di sekeliling anti mikroba, maka hal ini menunjukkan bahwa anti mikroba tersebut berpotensi tinggi terhadap mikroba uji yang digunakan (Gan, 1989; Wattimena, 1991).

Aktivitas suatu anti mikroba secara *in vitro* tidak selalu mempunyai aktivitas yang setara secara *in vivo*. Secara *in vivo*, anti mikroba harus mampu mencapai tempat infeksi dalam konsentrasi yang memadai untuk mereproduksi aktivitas *in vivo* dan ditunjang oleh sistem pertahanan tubuh agar dapat membasmi mikroba penginfeksi (Wattimena, 1991).

Volk dan Wheeler (1993) mengemukakan bahwa, agen anti mikroba yang berguna untuk mengobati infeksi akibat mikroba (bakteri dan jamur) disebut anti biotik. Agar obat anti biotik dapat berguna terhadap penyakit yang menginfeksi, beberapa kriteria harus dipenuhi antara lain :

1. Obat itu harus rendah dalam toksisitas bagi sel inang sementara memusnakan atau menghambat agen penyakit. Dengan kata lain, obat itu harus menunjukkan toksisitas selektif bagi agen penyakit.
2. Inang harus tidak menjadi alergi (sangat peka) terhadapnya.
3. Organisme tidak boleh dengan mudah menjadi resisten terhadap obat tersebut.
4. Obat tersebut harus mencapai tempat infeksi.

Berdasarkan sifat toksisitas selektif, ada anti mikroba yang bersifat menghambat pertumbuhan mikroba yang dikenal sebagai aktivitas

bakteriostatik dan ada yang bersifat membunuh mikroba disebut sebagai aktivitas bakterisida. Anti mikroba dapat bersifat:

- a. Bakteriostatik, yaitu menghambat atau menghentikan pertumbuhan mikroorganisme (bakteri). Dalam keadaan seperti ini jumlah mikroorganisme menjadi stasioner, tidak dapat lagi multiplikasi dan berkembang biak, contohnya sulfinamida, tetrasiklin, kloramfenikol eritromisin, neovobiosin (konsentrasi yang rendah) dan PAS (Para Amino Salicylic Acid).
- b. Bakterisida bersifat membunuh mikroorganisme (bakteri). Dalam hal ini jumlah mikroorganisme (bakteri) akan berkurang atau bahkan habis, tidak dapat lagi bermultiplikasi untuk berkembang biak. Yang termasuk kelompok ini adalah Penisilin, Sefalosporion, Neomisin, Kanamisin, Basitrasin dan lain-lain.

Menurut Gan (1989) dan Wattimena (1991) mekanisme kerja anti mikroba dapat dibagi dalam lima kelompok sebagai berikut :

1. Anti mikroba yang mengganggu metabolisme sel mikroba.

Mikroba membutuhkan asam folat untuk kelangsungan hidupnya yang harus disintesis dari PABA (Asam Para Amino Benzoat). Bila senyawa anti mikroba tersebut menang bersaing dengan PABA untuk diinkoporensikan dalam pembentukan asam folat non fungsional,

sehingga sel mikroba terganggu. Contoh: Sulfonamide, Trimetoprin, Asam Para Amino Salisilat.

2. Anti mikroba yang menghambat sintesis dinding sel mikroba.

Mikroba memiliki suatu lapisan luar yang kaku yaitu dinding sel. Dinding sel ini mempertahankan bentuk jasad renik dan menahan sel mikroba, yang memiliki tekanan osmotik yang tinggi. Tekanan pada mikroba gram positif 3 sampai 5 kali lebih besar dari pada gram negatif. Dinding sel mengandung suatu zat yang secara kimiawi merupakan suatu polimer senyawa kompleks "mukopeptida" (murein peptidoglikan) terdiri dari polisakarida dan suatu polipeptida dengan banyak hubungan silang. Polisakarida umumnya mengandung gula-gula amino yang terikat pada rantai-rantai pentapeptida. Kekuatan dinding sel dengan hubungan silang dari rantai-rantai peptida (yaitu melalui ikatan pentaglisin) sebagai akibat reaksi transpeptidase yang dikerjakan oleh beberapa enzim. Lapisan peptidoglikan lebih tebal pada dinding sel mikroba, dapat rusak dengan cara menghambat reaksi transpeptidase sehingga sintesis peptidoglikan tertahan. Dengan demikian dapat diketahui bahwa struktur dinding sel mikroba dapat dirusak dengan cara menghambat pembentukan atau mengubahnya setelah dinding sel tersebut selesai terbentuk.

3. Anti mikroba yang mengganggu keutuhan membran sel mikroba

Semua sel hidup dibatasi oleh membran (selaput) sitoplasma, yang berkerja sebagai penghalang dengan permeabilitas yang relatif,

melakukan pengangkutan aktif dan dengan demikian mengandalkan susunan dari dalam sel. Bila integritas fungsi membran sitoplasma terganggu, nukleotida purin dan pirimidin serta protein akan lolos dari sel, dan timbullah kerusakan sel atau kematian sel, akibatnya mikroba akan mati.

4. Anti mikroba yang menghambat sintesis protein sel mikroba

Untuk kelangsungan hidupnya, sel mikroba perlu untuk mensintesis berbagai protein. Sintesis protein berlangsung di ribosom, dengan bantuan mRNA dan tRNA menjadi ribosom 30S, menyebabkan kode pada mRNA salah baca oleh tRNA pada waktu sintesis protein. Akibatnya terbentuk protein yang abnormal dan fungsional bagi sel mikroba.

5. Anti mikroba yang menghambat sintesis asam nukleat sel mikroba

DNA dan RNA memegang peran amat penting proses kehidupan normal sel. Mekanisme kerja anti mikroba terhadap hambatan pada asam nukleat ini melalui beberapa cara diantaranya anti mikroba membentuk ikatan yang senyawa kompleks dengan DNA melalui ikatan pada residu deoksiganosin. Dengan pembentukan kompleks ini akan menghambat polimerase RNA dan menahan pembentukan mRNA yang sangat tergantung pada DNA. Atau dapat dengan cara anti mikroba berikatan dengan enzim RNA-polimerase sehingga menghambat sintesis RNA dan DNA oleh enzim tersebut, akibatnya terjadi kerusakan pada sel mikroba.

Beberapa aplikasi terakhir pada senyawa kompleks anorganik adalah pada bidang obat-obatan terutama di gunakan sebagai anti septik dan anti mikroba. Organoarsenik adalah senyawa kompleks anorganik pertama yang sukses digunakan pada perawatan penyakit siphilis yang menggantikan fungsi penicillin dan juga telah digunakan untuk penyakit-penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri dan parasit. Senyawa-senyawa kompleks organologam lainnya secara rutin diteliti dalam potensinya sebagai obat anti mikroba (Tabel 2), menunjukkan beberapa senyawa kompleks organologam yang telah berhasil disintesis dan digunakan sebagai obat anti mikroba dan spesifikasi enzim yang dihambatnya.

Tabel 2. Beberapa senyawa kompleks organologam sebagai anti Mikroba dan jenis enzim yang dihambatnya

Senyawa kompleks	Logam	Enzim yang dihambat
1-amino-3(2pyridyl)soquinoline	Cu	NADH oxidase, lactate dehydrogenase
Sulfadiazine	Ag	Phosphomannose isomerase

Trivalent arsenicals	As	Trypanothione dan glutathione reductase
[XxMxOoHh]n-	Mo, V	Acid phosphatases
Sugar complexes	Ni	Chitinase

(Sumber: Louie dan Meade, 1999)

F. Tinjauan Umum Penyakit Tuberkulosis (TBC)

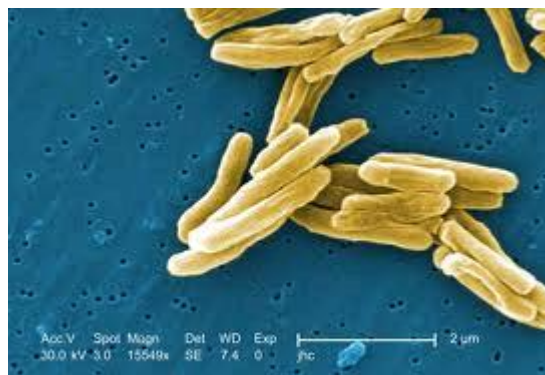
Tuberkulosis (**TBC**) adalah suatu penyakit infeksi yang disebabkan oleh bakteri *Micobacterium tuberculosis*, pertama kali dideskripsikan pada tanggal 24 Maret 1882 oleh Robert Koch (Ryan dan Ray, 2004). *Micobacterium tuberculosis* berbentuk batang, berukuran panjang 5 μ dan lebar 3 μ , tidak membentuk spora, dan termasuk bakteri aerob. Dapat diberi pewarnaan seperti bakteri lainnya misalnya dengan pewarnaan Gram. Namun, sekali diberi warna oleh pewarnaan gram, maka warna tersebut tidak dapat dihilangkan dengan asam. Oleh karena itu disebut sebagai Basil Tahan Asam (BTA). Pada dinding selnya, lemak berhubungan dengan arabinogalaktan dan peptidoglikan di bawahnya. Struktur ini menurunkan permeabilitas dinding sel, sehingga mengurangi efektivitas dari anti biotik. Lipoarabinoman, suatu molekul lain dalam dinding sel *Micobacterium tuberculosis* membuatnya dapat bertahan hidup di dalam makrofaga (Dormandy 1999).

Insidensi TBC dilaporkan meningkat secara drastis pada dekade terakhir ini di seluruh dunia. Demikian juga di Indonesia, TBC merupakan masalah kesehatan, baik dari sisi angka kematian (mortalitas), kejadian penyakit (morbiditas), maupun diagnosis dan terapinya. Dengan penduduk lebih dari 200 juta orang, Indonesia menempati urutan ketiga setelah India dan China dalam hal jumlah penderita di antara 22 negara dengan masalah TBC terbesar di dunia (Hanafi dan Prasenohadi, 2010).

1. *Mycobacterium Tuberculosis*

Klasifikasi ilmiah

Kerajaan : Bacteria
Filum : Actinobacteria
Ordo : Actinomycetales
Subordo : Corynebacterinase
Family : Mycobacteriaceae
Genus : Mycobacterium
Spesies : *M. tuberculosis*



Gambar 8. *Mycobacterium tuberculosis* (Sumber : Dormandy, 1999).

2. Cara Penularan Penyakit Tuberkulosis

Penyakit TBC biasanya menular melalui udara yang tercemar dengan bakteri *Micobacterium tuberculosis* yang dilepaskan pada saat penderita TBC batuk, pada anak-anak sumber infeksi umumnya berasal dari penderita TBC dewasa. Bakteri ini bila terkumpul di dalam paru-paru akan berkembang biak (terutama pada orang dengan daya tahan tubuh yang rendah) dan dapat menyebar melalui pembuluh darah atau kelenjar geta bening. Oleh sebab itu, TBC dapat menginfeksi hampir seluruh organ tubuh seperti: paru-paru, otak, ginjal, saluran pencernaan, tulang, kelenjar geta bening, dan lain-lain, meskipun demikian organ tubuh yang paling sering terkena yaitu paru-paru.

Ketika *M. tuberculosis* berhasil menginfeksi paru-paru, maka dengan segera akan tumbuh koloni bakteri yang berbentuk globular (bulat). Biasanya melalui pembentukan dinding di sekeliling bakteri itu oleh sel paru-paru. Mekanisme pembentukan dinding itu membuat jaringan di sekitarnya menjadi jaringan parut dan bakteri TBC akan menjadi dormant (istirahat). Bentuk-bentuk dormant inilah yang sebenarnya terlihat sebagai tuberkel pada pemeriksaan foto rontgen. Pada sebagian orang dengan sistem imun yang baik, bentuk ini akan tetap dormant sepanjang hidupnya. Sedangkan pada orang-orang dengan sistem kekebalan tubuh yang kurang, bakteri ini akan mengalami perkembangbiakan sehingga tuberkel bertambah banyak. Tuberkel yang banyak ini membentuk sebuah ruang di dalam paru-paru.

Ruang inilah yang nantinya menjadi sumber produksi sputum (dahak). Seseorang yang telah memproduksi sputum dapat diperkirakan sedang mengalami pertumbuhan tuberkel berlebih dan positif terinfeksi TBC.

3. Obat TBC

Penyakit TBC dapat menyerang berbagai organ tubuh tetapi yang paling sering diserang adalah organ paru-paru. Tujuan pengobatan TBC ialah memusnahkan basil turbekulosis dengan cepat dan mencegahnya kambuh kembali. Idealnya pengobatan dengan obat TBC dapat menghasilkan pemeriksaan sputum negatif baik pada uji dahak maupun biakan kuman dan hasil ini tetap negatif selamanya.

- Obat-Obat primer : INH (isoniazid), Etambutol, Streptomisin, Pirasinamid. Obat tersebut memperlihatkan efektifitas yang tinggi dengan toksisitas yang masih dapat ditolerir, sebagian besar penderita dapat disembuhkan dengan obat-obat ini.
- obat sekunder : Exionamid, Paraaminosalisilat, Sikloserin, Amikwsin, Kapreomisin dan Kanamisin. Meskipun demikian, pengobatan TBC paru-paru hampir selalu menggunakan tiga obat yaitu INH, rifampisin dan pirazinamid pada bulan pertama selama tidak ada resistensi terhadap satu atau lebih obat TBC primer ini (Anonim, 2010).

4. Medium Lowenstein-Jensen (LJ)

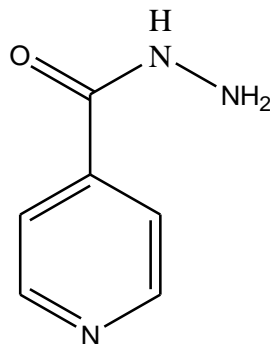
Medium Lowenstein-Jensen pertama kali dikembangkan oleh Lowenstein menggunakan congo merah (Congo red) atau malachite hijau (malachite green dye) untuk menghambat pertumbuhan bakteri yang tidak diinginkan. Selanjutnya Jensen memodifikasi kandungan sitrat, fosfat dan pewarna medium. Formula dasar medium Lowenstein-Jensen dalam gliserat-telur. Kandungan senyawa pada medium ini berfungsi untuk menyediakan asam lemak dan protein utama untuk metabolisme *M. tuberculosis*. Gliserol adalah sumber karbon dan energi yang cocok untuk pertumbuhan tuberkel basilus pada manusia. Asparagin dan asam ribonukleat (RNA) merupakan sumber nitrogen dan perangsang pertumbuhan bakteri. Koagulasi albumin telur selama proses inspisasi menghasilkan medium padat untuk proses inokulasi. Berikut komposisi medium LJ yang terlihat pada **Tabel 3**.

Tabel 3. Komposisi Medium LJ

Komposisi medium	Jumlah yang dibutuhkan
Asperangin	3,60 gram
Monopotassium fosfat	2,50 gram
Magnesium sitrat	0,60 gram
Magnesium sulfat	0,24 gram
Tepung kentang	30,0 gram
Malachite hijau	0,40 gram
Gliserol	12 mL
Telur	1000 mL

5. Isoniazid

Isoniazid (isonikotinihidrazin/INH) adalah salah satu obat primer yang digunakan dalam perawatan penderita penyakit tuberkulosis. Pertama kali ditemukan pada tahun 1912 dan digunakan sebagai anti tuberkulosis pada tahun 1951. Struktur isoniazid dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Struktur isonikotinihidrazine (INH)

Isoniazid dapat berkerja setelah diaktivasi oleh enzim katalase-peroksidase (KatG) pada bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. KatG meningkat isonikotinik asil dan NADH membentuk kompleks isonikotinik asil-NADH. Senyawa kompleks ini mengikat kuat protein enoil-asil reduktase (InhA) dan menghalangi substrat enoil-AcpM dan kerja asam lemak sintase. Proses ini menghambat sintesis asam mikolik yang dibutuhkan untuk pembentukan dinding sel mikobakteri.

Metabolisme isoniasid berlangsung di hati melalui reaksi asetilasi. Hasil dari metabolisme ini salah satunya adalah ammonium (NH_4) yang merupakan pemicu timbulnya penyakit hepatitis. Oleh karena itu pasien penderita penyakit tuberkulosis yang juga merupakan pecandu alkohol dan

usia tua, tidak disarankan mengkonsumsi obat ini. Isoniazid dikeluarkan dari dalam tubuh melalui mekanisme hemodialisis dan peritoneal dialisis melalui urine, saliva, sputum dan faeces sebanyak 75-95% dalam 1X24 jam (Sandjaja, 1992).

G. Spektroskopi Infra Merah

1. Spektroskopi Inframerah

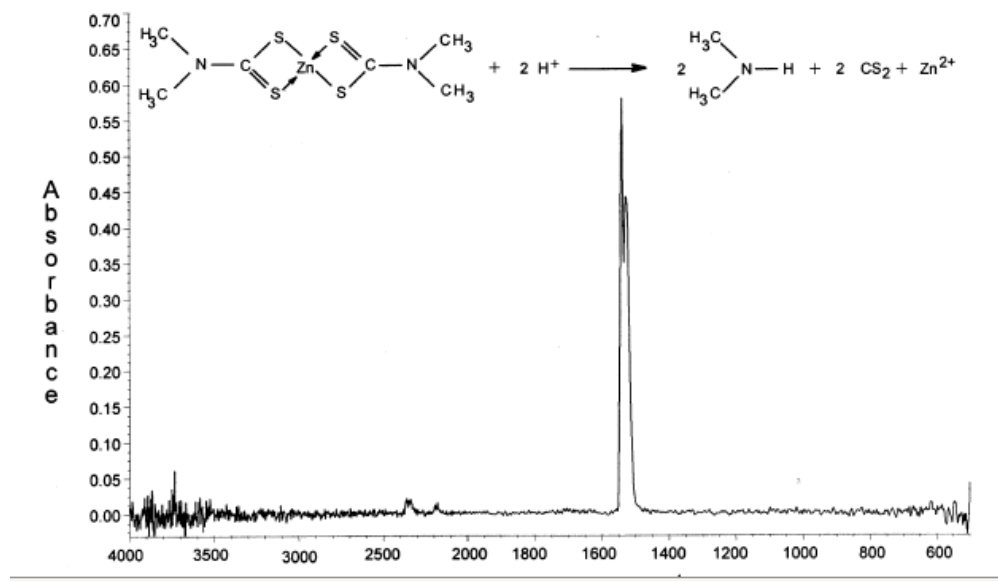
Spektroskopi inframerah merupakan salah satu analisis yang digunakan untuk menentukan jenis ikatan yang menjadi ciri khas senyawa kompleks ditiokarbamat (Kelinier dkk. 1984). Nakamoto dkk., (1963) telah meneliti lima belas senyawa kompleks ditiokarbamat menggunakan spektroskopi inframerah untuk mengetahui area serapan khusus dan menentukan resonansi yang mungkin bagi senyawa ini. Selanjutnya Bonati dan Ugo, (1967) menggunakan spektroskopi infra merah untuk mengkarakterisasi senyawa kompleks ditiokarbamat yang disintesisnya. Selanjutnya Brown dkk., (1976) merumuskan area serapan khas yang utama dari senyawa kompleks ditiokarbamat menggunakan metode spektroskopi infra merah, menurutnya terdapat tiga daerah penyerapan yang menjadi ciri utama senyawa kompleks ditiokarbamat yaitu:

- i. Penyerapan pada panjang gelombang $1450-1550 \text{ cm}^{-1}$ yang dikenal sebagai jalur tioreida, yaitu hasil getaran ν (C-N) untuk gugus $S_2C=NR_2$ pada ligan.

- ii. Penyerapan pada panjang gelombang 950-1050 ν (C-S) adalah hasil getaran ν (C-S).
- iii. Penyerapan pada panjang gelombang 350-440 cm^{-1} adalah hasil getaran ν (M-S).

Bila ikatan yang terjadi antara logam dengan ligan ditentukan menggunakan bilangan gelombang regangan ν (C-S) maka kehadiran satu puncak serapan disekitar 995 cm^{-1} menunjukkan ligan terkelat secara bidentat, namun kehadiran dua puncak serapan menunjukkan ligan mengkelat secara monodentat (Smith dan Brown, 1970).

Cassela (2000) mengemukakan bahwa spektrum FT-IR CS_2 dalam fase cair berada pada bilangan gelombang 2300, 2160 dan 1510 cm^{-1} , dengan intensitas rendah, medium maupun tinggi. Penguraian asam dari Ziram (bis(dimetilditiokarbamat Zn) memperlihatkan ikatan rangkap dua pada bilangan gelombang antara 1600 dan 1450, yang menunjukkan vibrasi asimetrik, dapat dilihat pada gambar 10.



Gambar 10. Spektrum FT-IR CS₂ Dalam Fase Cair Yang Diperoleh Dari Hasil Penguraian Asam Senyawa Kompleks Ziram (Bis(Dimetilditiokarbamat)Zn)

2. Spektroskopi Resonansi Magnet Inti (NMR)

Spektroskopi magnet inti merupakan analisis yang digunakan untuk penentuan struktur senyawa organologam dan senyawa koordinasi. Melalui spektroskopi NMR ini terdapat tiga proses yang dapat mengubah bentuk puncak atau garis dalam spektrum NMR tersebut :

- i). atom logam pusat (Palazatto dkk., 1973 dan Raya 2007).
- ii). Ikatan S₂C=N (Pallazato dkk., 1973 dan Raya 2007).
- iii) ikatan C-N dalam S₂CNR₂ (Golding dkk., 1972 dan Raya 2007).

H. Kerangka Fikir Dan Hipotesis

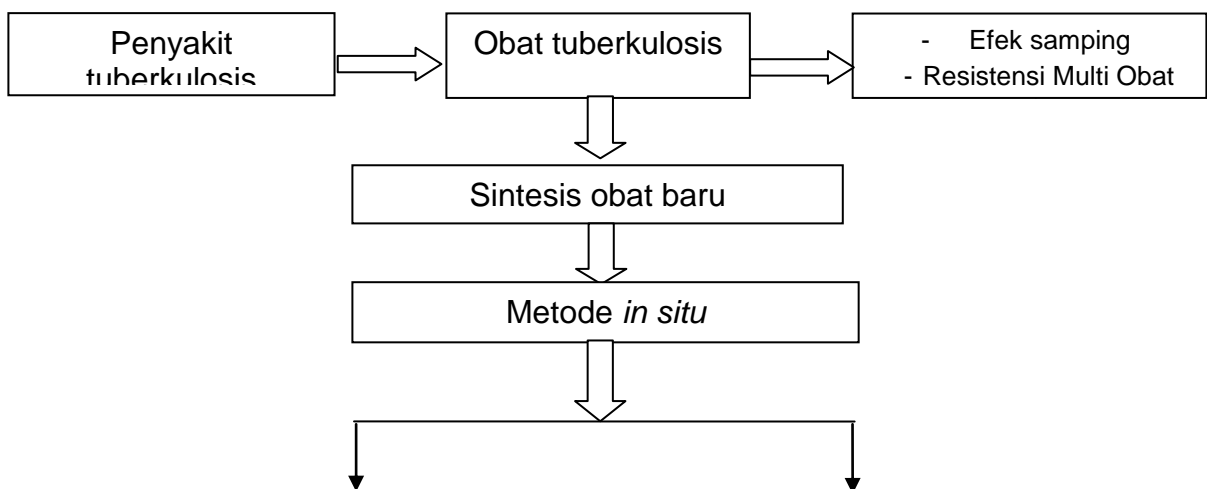
1. Kerangka Pikir

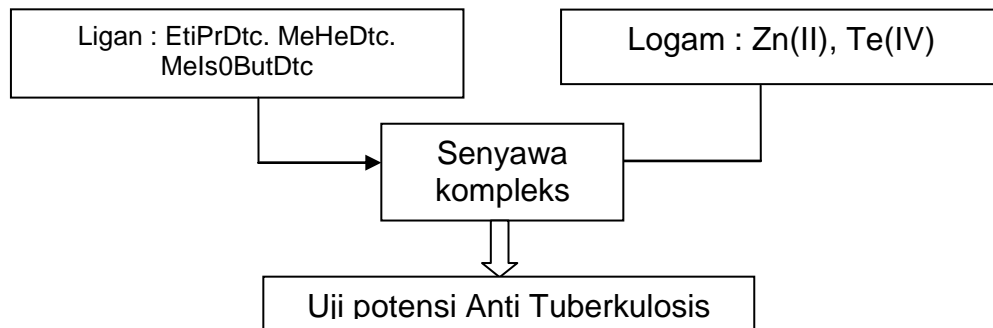
Tuberkulosis adalah penyakit yang disebabkan oleh infeksi bakteri *M. tuberculosis*. Sekitar 10% kasus TBC didunia ditemukan di Indonesia sehingga menempatkan Indonesia diposisi keempat setelah india, cina dan Afrika Selatan terlebih dengan adanya *resistensi multi drug* (MDR) dan efek samping obat sehingga diperlukan penemuan senyawa obat baru untuk menanggulangi masalah ini.

Salah satu usaha untuk menemukan senyawa obat baru adalah dengan melalui sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat, dari beberapa hasil penelitian diketahui memiliki aplikasi yang sangat luas diberbagai bidang, salah satunya adalah sebagai anti tuberkulosis.

Sintesis senyawa kompleks ditiokarbamat dilakukan dengan metode *in situ* yang diperkenalkan oleh Thirumaran dkk., (1998). Metode ini melibatkan reaksi antara asam ditiokarbamat dengan logam dalam bentuk garamnya. Asam ditiokarbamat diperoleh dengan cara mereaksikan amina dengan karbon disulfida dalam pelarut etanol. Senyawa ditiokarbamat dapat berperan sebagai agen pengkelat yang baik, kekuatan pengkelatan atom sulfur terhadap logam bergantung pada gugus R^1 dan R^2 . Oleh karena itu pada penelitian ini digunakan beberapa jenis ligan dengan variasi gugus R yakni EtPrDtc , MeHeDtc , dan MelsoButDtc

Umumnya belum banyak yang mengetahui bahwa ion logam dapat disintesis dan dikarakterisasi jika dikomplekskan dengan ligan ditiokarbamat selain itu juga dapat berpotensi sebagai anti bakteri. Oleh karena itu dilakukan penelitian senyawa ditiokarbamat yang berasal dari ion logam Zn(II) dan Te(IV) yang relatif tidak toksik sehingga dapat dimodifikasi dengan mengkomplekskannya dengan ligan yang tepat yang kemudian senyawa kompleks yang berhasil disintesis kemudian di uji potensi bioaktivitasnya terhadap *M. tuberculosis*.





Ket : EtiPrDtc = EtillsopropilDitiokarbamat
 MeHeDtc = MetilHeptilDitiokarbamat
 Mels0ButDtc = MetillsobutilDitiokarbamat

2. Hipotesis

1. Senyawa kompleks dapat disintesis dari ion logam Zn(II) dan Te(IV) dengan ligan EtiPrDtc, MeHepDtc, dan MelsoButDtc.
2. Senyawa kompleks dapat disintesis dari ion logam Te(IV), dengan ligan EtiPrDtc, MeHepDtc, MelsoButDtc dengan bantuan ko-ligan 2,9 dimetil 1,10 Phenantrolin.
3. Senyawa kompleks yang disintesis dari ion logam Zn(II) dan Te(IV) dengan ligan EtiPrDtc, MeHepDtc, MelsoButDtc memiliki aktivitas sebagai anti tuberkulosis.