

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini menguraikan landasan teori, hipotesis, serta rencana penelitian.

2.1. Landasan Teori

2.1.1. Pengertian Senyawa Kompleks

Menurut teori asam basa lewis, asam adalah suatu ion atau senyawa yang menerima pasangan elektron bebas. Sedangkan basa adalah ion atau senyawa yang dapat menyumbangkan pasangan elektron bebas. Atom pusat dalam suatu senyawa kompleks dapat dianggap sebagai asam polibasa, sedangkan bagian yang terikat pada atom pusat dianggap basa^[5].

Beberapa senyawa ligan dijumpai ada yang mempunyai dua pasang elektron bebas atau lebih, sehingga dapat terikat pada atom pusat melalui 2 atom atau lebih, senyawa jenis ini dinamakan ligan multidentat. Beberapa ligan multidentat mampu bertindak sebagai ligan khelat. Senyawa kompleks yang memiliki ligan khelat di kenal sebagai senyawa kompleks khelat atau kompleks sepit^[4,5].

Kestabilan/derajat stabilitas kompleks khelat dipengaruhi oleh keasaman ion logam pusat, sifat basa dari ligan pengkhelat, faktor stereokimia, juga oleh ukuran dan jumlah cincin khelat yang terikat^[5].

2.1.2. Klasifikasi Asam-Basa Lewis

Ion logam dapat dipisahkan menjadi dua kategori umum: kelas (a) donor dan kelas (b) akseptor. Ion logam kelas (a) membentuk kompleks paling stabil dengan anggota pertama dari tiap kelompok bukan logam dalam tabel periodik, sedang ion logam kelas (b) membentuk kompleks paling stabil dengan anggota terberat dari kelompok bukan logam.

Kelas (a) $N >> P > As > Sb > Bi$

Kelas (b) $N << P < As < Sb < Bi$

Kelas (a) $O >> S > Se > Te$

Kelas (b) $O << S \sim Se \sim Te$

Kelas (a) $F > Cl > Br > I$

Kelas (b) $F < Cl < Br < I$

Dalam klasifikasi ini ternyata ion logam kelas (a) berukuran kecil dan tidak mudah dipolarkan, sedang ion logam kelas (b) pada dasarnya mempunyai watak yang berlawanan dengan ion logam kelas (a). Ion kelas (a) yang kecil dan tak mudah dipolarkan itu cenderung bergabung dengan suatu bukan logam yang mempunyai sifat yang mirip. Demikian juga ion kelas (b) yang besar dan mudah dipolarkan cenderung untuk bergabung dengan bukan logam yang mempunyai karakteristik yang sama dengan ion tersebut^[2,8].

Pearson mendefinisikan basa lunak sebagai basa dimana atom donornya mempunyai polaritas tinggi dan elektronegativitas rendah serta mudah dioksidasi atau dikaitkan (*associated*) dengan orbital kosong tingkat energi rendah. Basa keras didefinisikan sebagai basa dengan sifat yang berlawanan dengan basa lunak.

Atom donor mempunyai keterkutuban rendah dan keelektronegativitas tinggi, sulit untuk direduksi dan dikaitkan dengan orbital kosong pada tingkat tenaga tinggi. Asam akseptor dari asam lunak didefinisikan oleh Pearson sebagai atom yang mempunyai satu atau lebih sifat-sifat berikut: muatan-muatan positif rendah atau nol, ukuran besar, dan beberapa elektron terluar mudah berpindah. Di lain pihak, asam keras dibedakan melalui ciri ukuran kecil, tingkat oksidasi positif tinggi, dan tidak adanya elektron kulit terluar yang mudah pindah ke tingkat tenaga yang lebih tinggi^[2,8].

Prinsip korelasi diatas dapat disimpulkan: *asam keras lebih suka berkoordinasi dengan basa keras, dan asam lunak lebih suka berkoordinasi dengan basa lunak*^[8].

2.1.3. Stabilitas Ion Kompleks

Stabilitas ion kompleks sangat dipengaruhi oleh ion pusat dan ligan yang menyusunnya.

2.1.3.1. Pengaruh Ion Pusat

a. Besar dan Muatan dari Ion

Ion kompleks tersusun dari ion-ion yang berlawanan muatan atau ion-ion dengan molekul yang dipol. Dapat diramalkan bahwa kompleks-kompleks stabil tersusun dari ion-ion dengan jari-jari kecil dan muatan besar. Makin kecil ion logamnya, makin besar medan listriknya dan makin stabil ion kompleks yang terbentuk. Kombinasi dari kedua hal diatas dapat dinyatakan dalam perbandingan muatan dari jari-jari,

makin besar perbandingan muatan dan jari-jari, makin stabil kompleksnya^[9].

b. Faktor CFSE (*Crystal Field Stabilization Energy*)

Untuk kompleks high spin dari Mn^{2+} - Zn^{2+} dengan ligan tertentu, urutan stabilitasnya sesuai dengan urutan jari-jari yang semakin kecil.

Ion : $Mn^{2+} < Fe^{2+} < Co^{2+} < Ni^{2+} < Cu^{2+} < Zn^{2+}$

Elektron d : $d^5 \quad d^{10} \quad d^7 \quad d^8 \quad d^9 \quad d^{10}$

Jari-jari ion (A) : 0,91 0,83 0,82 0,78 0,74 0,69

Semakin kecil jari-jari atom pusat, kemampuan atom pusat untuk mengikat ligan semakin besar, sehingga kompleks yang terbentuk semakin stabil^[9].

c. Faktor Distribusi Muatan

Logam-logam dibagi menjadi 2 kelas, yaitu: Logam kelas a dan b..

Logam kelas a adalah logam-logam elektropositif, seperti logam alkali, alkali tanah, logam transisi pertama, logam seri lantanium dan seri aktinium.

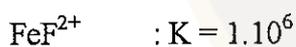
Logam kelas b ialah logam yang lebih elektronegatif, yaitu logam-logam Pt, Au, Hg, dan Pb serta logam-logam transisi ringan dengan bilangan oksidasi rendah. Logam-logam kelas a membentuk kompleks yang stabil dengan ligan yang atom donornya N, O atau F seperti NH_3 dan H_2O . Logam-logam kelas b membentuk kompleks yang stabil dengan ligan yang atom donornya lebih berat dari N, O, dan F, seperti P, S, dan I. Stabilisasi dari kompleks logam kelas b, disebabkan oleh

adanya kontribusi ikatan kovalen antara logam dan ligan dan dari transfer rapat elektron dari logam ke ligan melalui ikatan π . Logam kelas b ditandai oleh adanya beberapa elektron di luar inti gas mulia yang inert. Elektron d ini dapat dipakai untuk membentuk ikatan π disamping ikatan σ antara logam dan ligan, menambah kestabilan kompleks. Kompleks paling stabil dibentuk oleh logam kelas b dengan ligan yang dapat menerima elektron d yang kosong seperti $\text{P}(\text{CH}_3)_3$, S^- dan I^- atau ligan-ligan seperti CO dan CN^- yang dapat membentuk orbital molekul yang tidak terarah^[9,16].

2.1.3.2. Pengaruh Ligan

a) Besar dan Muatan Ion

Untuk ligan-ligan yang bermuatan, makin besar muatan dan makin kecil jari-jarinya, makin stabil kompleks yang dibentuk. Kompleks F^- dengan Fe^{3+} lebih stabil dari I^- dengan Fe^{3+} :



Meskipun F^- dan I^- mengikat atom yang sama, yaitu Fe^{3+} , tetapi jari-jari F^- lebih kecil dari I^- sehingga kemampuan F^- mengikat Fe^{3+} lebih kuat dari pada I^- . Dengan demikian FeF^{2+} lebih stabil dari FeI^{2+} ^[9].

b) Sifat Basa

Kestabilan ion kompleks naik dengan naiknya kekuatan basa lewis dan kemampuan ikatan π ligan ^[9].

c) Faktor Pembentukan Khelat

Jika atom donor tidak berubah, maka pembentukan cincin khelat meningkatkan kestabilan kompleks, makin banyak cincin khelat dalam kompleks makin stabil kompleks yang terbentuk^[9].

d) Faktor Besarnya Lingkaran

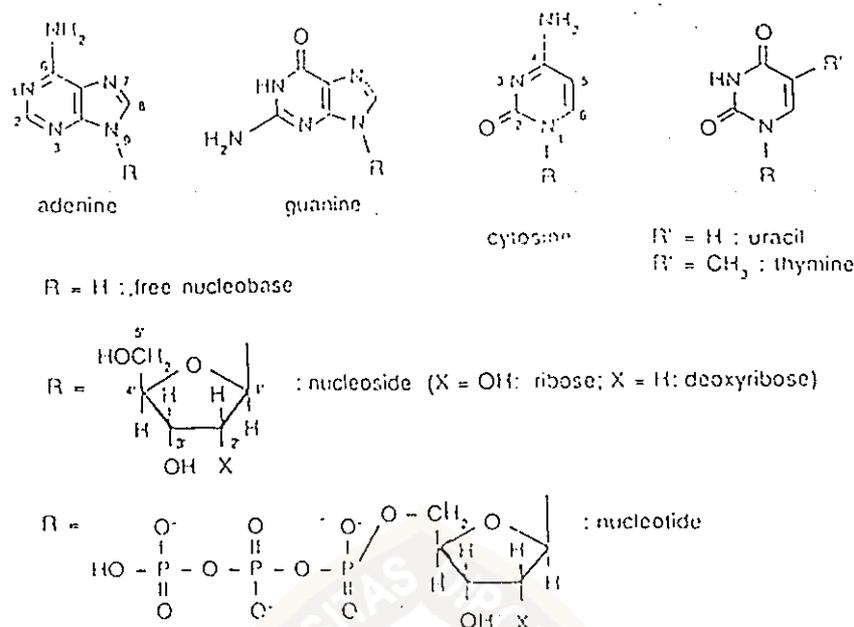
Bila ligan yang membentuk khelat tidak berikatan rangkap, kompleks yang paling stabil ialah yang terdiri dari lingkaran lima atom. Untuk ligan yang berikatan rangkap, lingkaran enam atom merupakan kompleks yang paling stabil^[9].

e) Faktor Ruang

Karena pengaruh ruang ligan yang banyak cabangnya lebih tidak stabil dari pada ligan-ligan yang sederhana^[9].

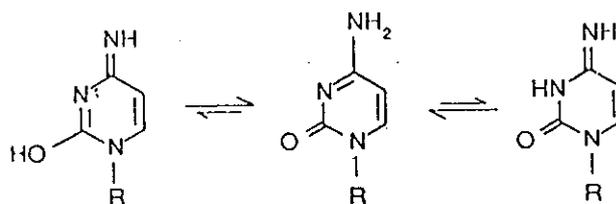
2.1.4. Senyawa-Senyawa yang Berpotensi Sebagai Ligan

Unsur dasar asam nukleat heterosiklik nukleobasa (gambar 1) sudah lama dikenal sebagai tempat koordinasi potensial logam. Sebagai contoh, salah satu rantai enzim pada susunan *double helix* DNA akan berikatan dengan ion logam yang cocok, sesuai yang diinginkan, contoh Zn^{2+} atau muatan bentuk netral (Mg^{++}) pada akhirnya akan mengenai sebagian besar kelompok nukleotida fosfat^[3].



Gambar II.1. Unsur dasar asam nukleat heterosiklik nukleobasa

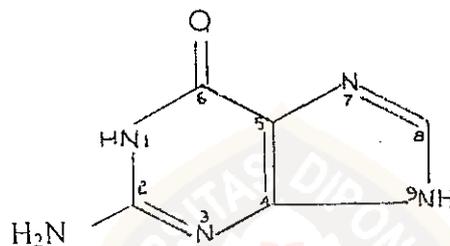
Nukleobasa (gambar II.1) adalah ambidentat ligan, juga sebagai unsur pokok nukleosida atau nukleotida. Beberapa perbedaan tempat koordinasi ion logam tergantung pada karakteristik pusat koordinasi (tipe atom, hibridasi, sifat basa khelat), pada kondisi eksternal (pH) dan pada ukuran serta kemurnian atom pusat logam monodentat atau koordinasi multidentat. Aspek penting adalah kemampuan nukleobasa untuk eksis pada tautomerik yang berbeda bentuk seperti pada gambar dibawah ini^[5]:



Gambar II.2. Tautomerisasi yang mungkin dari substitusi sitosin N-(1)

2.1.5. Ligan Guanin

Guanin merupakan basa nukleotida yang termasuk golongan purin sebagai komponen utama penyusun DNA dan RNA. Nama lengkapnya adalah 2-amino-1,7-dihidro 6H-purin-6-one atau 2-aminohipoxantin dengan unsur penyusunnya $C_5H_5N_5O$, berat molekul 151,15 dengan komposisi C, H, N, dan O berturut-turut adalah 39,73 %; 3,33 %; 10,59 %, dan 46,34 %. Ditemukan dalam guano sebagai garam kalsium atau terkombinasi sebagai nukleotida, terdekomposisi diatas $360^{\circ}C$ dengan sublimasi parsial. Struktur ligan guanin adalah sebagai berikut^[10] :



Gambar II.3. Struktur Guanin

Dari pasangan elektron yang dimiliki senyawa tersebut, jika N_1 , N_3 , N_7 , dan N_9 terprotonasi, atom-atom nitrogen tersebut dapat berfungsi sebagai donor pasangan elektron, oleh karena itu guanin mampu bertindak sebagai donor elektron (ligan)^[5].

Kemudahan untuk donor elektron dari suatu ligan golongan purin sangat ditentukan oleh tingkat kerapatan elektron yang terakumulasi pada N_1 , N_3 , N_7 , dan N_9 . Semakin besar kerapatan elektron pada N_1 , N_3 , N_7 , dan N_9 semakin mudah ligan guanin tersebut bertindak sebagai donor elektron atau ligan. Begitu pula sebaliknya, jika kerapatan elektronnya rendah pada N_1 , N_3 , N_7 , dan N_9 berakibat semakin sulit bertindak sebagai donor elektron atau ligan^[5].

Penelitian terhadap senyawa kompleks yang mempunyai khasiat sebagai obat anti kanker telah berhasil disintesis oleh Susan O. Ano, Francesco P. Intini, Giovanni Natile dan Luigi G. M. (1999) dengan memakai ligan 2,2 – Bibiperidine dan turunan guanin. Interaksi yang terjadi antara ligan 2,2 – Bibiperidine dan turunan guanin dengan logam Pt membentuk kompleks BipPtG₂ (ligan 2,2 – Bibiperidine)PtG₂^[6]. Beberapa macam senyawa kompleks lain juga telah berhasil disintesa memakai ligan turunan guanin seperti dilaporkan C.P. de. Costa dan H. Sigel (2000) telah berhasil mensintesis dan mengkararakteristik kompleks timbal(II) dengan ligan guanosisin monofosfat, adenin monofosfat dan guanosisin^[7].

Calosio dan Cuesta (1996) menyelidiki interaksi purin dengan emas(I) dan berhasil mensintesis 3 senyawa kompleks rantai terbuka dari poli inti emas(I), senyawa kompleks tersebut mengandung turunan xantin dan bis fosfin yang berfungsi sebagai jembatan ligan (*bridging ligand*) yaitu Au₆(μ₃-X) (μ-dpph)₃Br₃, (Au₄(μ-TT) (μ-dpph)₂Br₂ dan (Au₂(HME)₂ (μ-dppb)H₂O ketiga senyawa tersebut dilaporkan dapat berfungsi sebagai zat anti tumor dan anti arthritis^[5].

2.1.6. Kadmium (Cd)

Limpahan unsur kadmium yang besarnya 0,15 ppm, menempati peringkat 57 dari keseluruhan limbah logam yang ada di bumi. Kadmium mempunyai berat atom 112,41 dan berada pada golongan II B dalam sistem periodik. Pertama kali diidentifikasi oleh M. Stromeyer pada tahun 1817. Kadmium merupakan logam berwarna putih keperakan yang bersifat lunak. Titik lebur 320,9 °C, titik didih 766 °C dan BJ 8,65 g.cm⁻³^[14].

Kadmium secara luas digunakan dalam pelapisan logam untuk meningkatkan ketahanan korosi, dan menurunkan titik lebur campuran logam. Selain itu digunakan dalam baterai Ni-Cd, semi konduktor (kadmium arsenida). Dalam tubuh, kadmium merupakan mikro elemen yang tidak diperlukan atau nonesensial. Jenis ini terdapat di dalam tubuh karena terbawa tidak sengaja bersama bahan makanan, jadi sebagai kontaminan (pencemar).

Pengaruh akut racun Cd sangat berbahaya. Kerusakan ginjal, hati, jantung, terganggunya perkembangan sistem syaraf dan sel darah merah. Dampak lain dari keracunan Cd adalah penyakit tulang yang menimbulkan rasa nyeri yang sangat atau disebut pula penyakit "itai, itai kyo" berasal dari bahasa Jepang yang artinya "aduh". Kondisi ini ditunjukkan dengan adanya tulang retak atau patah. Dampak ini ditemui di Jepang setelah Perang Dunia II, dimana limbah dari tambang seng bercampur dengan air irigasi untuk mengairi sawah. Orang yang keracunan Cd melalui debu dan uap secara kronis dapat menyebabkan kurangnya sensitifitas indra penciuman dan akan kembali normal jika toksik dari debu dan uap tersebut dihentikan.

Kadmium masuk ke dalam tubuh melalui dua jalan yaitu saluran pencernaan dan saluran pernafasan. Beberapa hasil penelitian melaporkan bahwa adsorpsi Cd lewat saluran pencernaan sangat sedikit yaitu sekitar 3-8 % dari total Cd yang dimakan. Dalam usus, Cd menempel pada dinding usus sehingga diduga sel epitel usus mengatur adsorpsi Cd. Bilamana sel epitel usus terkelupas, maka Cd ikut keluar dari dalam tubuh. Beberapa penelitian melaporkan bahwa waktu paruh (*biological half life*) Cd dalam jaringan sekitar 5-10 tahun dalam hati dan

16-33 tahun dalam ginjal^[1]. Kadmium dengan susunan elektron lengkap atau penuh pada orbital 4d mempunyai tingkat energi rendah sehingga menurut Huheey bisa digolongkan sebagai asam lunak^[2].

2.1.7. Penentuan Komposisi Ion Kompleks

Salah satu metode penentuan komposisi kompleks adalah metode variasi kontinyu atau disebut juga metode Job. Secara umum, metode ini menjelaskan cara mengevaluasi harga n untuk kesetimbangan.



Harga n dari persamaan (1) diatas dapat ditentukan melalui pengukuran serapan dengan spektrofotometer pada sederetan larutan yang mengandung berbagai konsentrasi Z dan L yang setiap larutan itu mempunyai konsentrasi total (Z + L) sama.

Jika dari data serapan setiap larutan pada panjang gelombang tertentu dibuat kurva hubungan antara serapan dengan fraksi mol dimana komposisi untuk dihasilkan kompleks ZLn terpenuhi. Secara teknis terlebih dahulu dibuat larutan Z dan L yang konsentrasinya masing-masing M molar. Kemudian dibuat juga sederetan larutan campuran Z dan L dengan cara memvariasi volume larutan Z dan L. Andaikan akan dibuat campuran sebanyak 1 liter, maka pembuatan larutan ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan X liter larutan L ke dalam (1-X) liter larutan Z, ($0 < X < 1$). Andaikan konsentrasi Z, L, dan ZLn setelah terjadi kesetimbangan masing-masing dinyatakan dengan simbol C_1, C_2 , dan C_3 , maka setiap larutan dapat dinyatakan:

$$C_1 = M(1-X) \dots \dots (2)$$

$$C_2 = MX - nX \dots\dots (3)$$

$$C_3 = KC_1C_2n \dots\dots (4)$$

K adalah tetapan keseimbangan reaksi (1), syarat tercapainya kondisi maksimum dalam kurva C_3 versus X adalah :

$$\frac{dC_3}{dX} = 0 \dots\dots\dots (5)$$

Penjabaran secara matematis akan dihasilkan persamaan:

$$n = \frac{X}{1-X} \dots\dots\dots (6)$$

Kemudian dari X dimana harga harga C_3 maksimum, maka n dapat dihitung dengan persamaan (6). Sekarang perlu ditentukan harga X dimana diperoleh harga C_3 maksimum. Untuk keperluan itu digunakan persamaan hukum Lambert-Beer:

$$A = a \cdot b \cdot C$$

A : serapan

a : koefisien molar (absorpsivitas)

b : ketebalan larutan

C : konsentrasi molar

Koefisien ekstensi molar larutan Z , L dan ZLn pada panjang gelombang tertentu dinyatakan masing-masing a_1 , a_2 , a_3 . Jika serapan larutan merupakan jumlah serapan dari seluruh spesies yang ada, yaitu serapan terukur, A , maka:

$$A_{\text{means}} = (a_1C_1 + a_2C_2 + a_3C_3) \dots\dots\dots (8)$$

Jika tidak ada interaksi antara Z dan $C_3 = 0$, maka serapan menjadi:

$$A_{2+L} = [a_1M(1-X) + a_2MX] \dots\dots\dots (9)$$

M adalah konsentrasi molar dari larutan Z dan L. perbedaan antara A dan A_{Z+L} diberi simbol Y,

$$Y = [a_1C_1 + a_2C_2 + a_3C_3] - a_1M(1-X) - a_2MX] \dots \dots \dots (10)$$

Persamaan (10) menunjukkan bahwa harga X dimana harga C_3 maksimum diperoleh pada harga Y maksimum jika $a_3 > a_1$ dan pada harga Y minimum jika $a_3 < a_1$.

Prosedur Job akan mengidentifikasi kompleks tanpa membuktikan adanya kompleks. Salah satu kelemahan metode Job adalah bahwa dalam larutan hanya ada satu kesetimbangan saja. Meskipun metode Job dapat menentukan komposisi kompleks dalam sistem itu, tetapi pada umumnya akan muncul kesulitan pada sistem dimana harga tetapan kesetimbangan belum diketahui dengan pasti. Oleh karena itu metode Job ini terbatas pada sistem yang disederhanakan. Jika ketebalan larutan yang digunakan selalu 1 cm, maka persamaan (10) dapat disederhanakan bagi menjadi:

$$Y = A - (1-X)A_z \dots \dots \dots (11)$$

A_z adalah serapan larutan logam dengan konsentrasi M. Untuk mengevaluasi harga n dalam kompleks dibuat kurva hubungan antara Y sebagai ordinat dengan X sebagai absis pada panjang gelombang tertentu. Kurva maksimum akan terjadi pada fraksi mol X tertentu. Dari harga X, maka dengan persamaan (6) dapat ditentukan harga n-nya^[9].

2.1.8. Daerah Spektrum Infra Merah

Pancaran infra merah pada umumnya mengacu pada bagian spektrum elektromagnetik yang terletak diantara daerah tampak dan daerah mikro. Bila

suatu molekul menyerap radiasi infra merah, maka energi yang diserap menyebabkan kenaikan dalam amplitudo getaran atom-atom yang terikat itu ^[11]. Jadi molekul ini berada dalam keadaan vibrasi tereksitasi yaitu energi yang diserap akan dibuang dalam bentuk panas, bila molekul itu kembali ke keadaan dasar. Dengan spektrometer infra merah dapat diketahui pita serapan dari gugus fungsi dalam molekul ^[11].

Daerah spektrum infra merah yang banyak terjadi gerakan vibrasi dapat dibagi dalam tiga bagian :

1. Daerah infra merah dekat yang meliputi daerah bilangan gelombang $12.500-4000\text{ cm}^{-1}$ (panjang gelombang $0,8 - 2,5\ \mu\text{m}$)
2. Daerah infra merah dasar yang meliputi daerah bilangan gelombang $4000-667\text{ cm}^{-1}$ (Panjang gelombang $2,5 - 15\ \mu\text{m}$).
3. Daerah infra merah jauh yang meliputi daerah bilangan gelombang $667 - 50\text{ cm}^{-1}$ (Panjang gelombang $15-200\ \mu\text{m}$)

Dalam peralatan yang digunakan tersebut daerah infra merah dasar dibagi atas dua bagian yaitu daerah "frekuensi gugus" pada daerah bilangan gelombang $4000-2000\text{ cm}^{-1}$ ($2,5 - 5\ \mu\text{m}$) dan daerah "sidik jari" (*finger print*) pada daerah bilangan gelombang $2000 - 650\text{ cm}^{-1}$ ($5,0 - 15,4\ \mu\text{m}$).

Pada daerah frekuensi gugus umumnya yang terlihat adalah spektra serapan dari satuan gugus ikatan yang terdiri atas dua atom dan pengaruh struktur molekul terhadap gerak vibrasi gugus ikatan hanya berupa pergeseran letak puncak serapan spektrum infra merah pada daerah fungsi adalah lebih banyak

ditemukan serapan gugus ikatan dari pada serapan vibrasi tekuknya. Vibrasi gugus ikatan dapat juga ditemukan dalam daerah sidik jari.

Daerah sidik jari spektra kebanyakan terdiri atas vibrasi ulur ikatan tunggal dan vibrasi tekuk dari sistem molekul dimana gerakan gesekan vibrasi atom atau ikatan kovalen yang membentuk kerangka molekul sangat peka (saling mempengaruhi).

Daerah tersebut dinamakan daerah sidik jari karena pada daerah ini setiap molekul mempunyai spektra yang berbeda dan spesifik. Pada daerah ini dengan perbedaan kecil dalam kerapatan elektron, konstituen atau struktur molekul akan memberikan perbedaan spektra yang mencolok pada distribusi puncak-puncak serapannya. Oleh karena itu bila spektra mempunyai penyesuaian yang tepat (*close match*) di daerah ini (serta daerah frekuensi gugus) maka hal ini merupakan bukti yang kuat bahwa senyawa yang memberikan kedua spektra ini adalah identik.

Pada daerah sidik jari karena energi vibrasi ikatan tunggal adalah hampir sama besarnya, maka akan terjadi interaksi kuat antara vibrasi berbagai ikatan tunggal yang berdekatan. Spektra serapan yang dihasilkan merupakan gabungan atau hasil dari berbagai interaksi ini dan tergantung pada struktur keseluruhan dari molekul yang bersangkutan.

Bentuk spektra pada daerah sidik jari biasanya rumit, sehingga sukar untuk dilakukan interaksi spektra yang tepat di daerah ini, tetapi justru kerumitannya itu yang menjadikan daerah ini khas (unik) untuk identifikasi senyawa^[12].

2.2 Hipotesis

Berdasarkan uraian yang terdapat pada tinjauan pustaka dan landasan teori diatas, maka dapat disusun suatu hipotesis sebagai berikut:

Hipotesis I:

Guanin dapat membentuk senyawa kompleks dengan logam Cd^{2+}

Menurut Huheey asam lunak lebih suka berkoordinasi dengan basa lunak, sedang asam keras lebih suka berkoordinasi dengan basa keras. Cd termasuk asam lunak sedangkan guanin yang memiliki gugus CO dan CN juga termasuk basa lunak^[8].

Hipotesis II:

Guanin dapat mendonorkan elektronnya pada atom N_7 atau O kemudian berkoordinasi dengan logam Cd^{2+} .

Khelating logam biasanya merupakan molekul fleksibel dengan 2 gugusan elektronegatif atau lebih yang membentuk ikatan kovalen koordinat dengan atom logam kation. Khelating meliputi gugus fungsional OH, SH, dan NH yang dapat mendonor elektron untuk berkoordinasi dengan logam^[4]. $Cd^{[2+]}$ lebih suka berikatan dengan atom N_7 , bukan dengan N_1 , N_3 , atau N_9 karena terdapat gugus sterik NH_2 dekat N_1 dan N_3 .

Hipotesis III:

Pembentukan senyawa kompleks $Cd(II)$ guanin $[Cd(II)G]$ diperkirakan akan mencapai optimal pada pH tertentu.

Kestabilan/derajat stabilitas kompleks khelat dipengaruhi oleh keasaman ion logam pusat atau sifat basa dari ligan pengkhelat^[5]. Jumlah ligan yang berikatan dengan logam kation, terbanyak pada pH optimum. Semakin banyak jumlah ligan yang berikatan dengan logam, semakin stabil kompleks khelat yang terbentuk^[4].

Hipotesis IV:

Dengan memvariasi fraksi mol dari larutan yang mengandung guanin dan Cd, dimana kedua senyawa tersebut memiliki konsentrasi yang sama, maka melalui pengukuran serapan spektrofotometer UV-Vis, akan didapat perbandingan stokimetri antara guanin dan Cd.

Jika data serapan setiap larutan pada panjang gelombang tertentu dilihat kurva hubungan antara serapan dengan fraksi mol, X, dalam larutan, maka kurva maksimum akan tercapai pada fraksi mol dimana komposisi untuk dihasilkannya kompleks Cd(II)G terpenuhi^[9].

2.3 Rencana Penelitian

Perwujudan nyata dari hipotesis perlu diujikan dalam variabel-variabel percobaan yang teramati dan terukur, sehingga akan membantu memecahkan permasalahan, dan dapat mendukung berlakunya hipotesis yang diajukan.

Untuk mempermudah pelaksanaan percobaan, penelitian ini dikelompokkan menjadi 2 bagian, yaitu:

- 1) Preparasi larutan
- 2) Optimasi pembentukan kompleks Cd(II)G.