

Berapakah kadar oksalat pada bayam hijau (*Amaranthus hybridus*) dan bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*) ?

I.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan oksalat dalam sayuran bayam hijau (*Amaranthus hybridus*) dan bayam merah (*Amaranthus tricolor L.*)

1.3 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Februari – Mei 2019 di laboratorium Farmakokimia Sekolah Tinggi Farmasi Bandung JL.Soekarno Hatta No 754.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kandungan Gizi dan Cemarkan Dalam Sayur

Sayur sebagai kata dasar untuk sayuran, merupakan komponen pendamping nasi (atau makanan pokok lainnya) yang berkuah cair atau agak kental. Sayuran adalah segala sesuatu yang berasal dari tumbuhan (termasuk jamur) yang dapat disayur dengan

pengungkapan lain segala sesuatu yang dapat atau layak disayur. Sayur banyak mengandung vitamin A, B, C, mineral dan kalsium, serta banyak mengandung kalori, protein, lemak dan karbohidrat. Setiap kandungan yang terdapat dalam sayuran sangat dibutuhkan oleh tubuh kita. Setiap orang dalam siklus hidupnya selalu membutuhkan dan mengonsumsi berbagai bahan makanan guna mencukupi kebutuhan gizi (Mardius S, dkk, 2007).

Zat gizi yaitu zat-zat yang diperoleh dari bahan makanan yang dikonsumsi dan mempunyai nilai yang sangat penting (tergantung dari macam bahan makanannya), memelihara proses tubuh dalam pertumbuhan dan perkembangan, terutama bagi mereka yang masih dalam pertumbuhan. Di lain pihak, sayuran juga mengandung sejumlah nutrisi tidak penting yang terdapat pada jaringannya. Kandungan nutrisi antara sayuran yang satu dan sayuran yang lain pun berbeda-beda, meski umumnya sayuran mengandung sedikit protein atau lemak, dengan jumlah vitamin, provitamin, mineral, fiber dan karbohidrat yang bermacam-macam.

Beberapa tanaman mengandung racun alami yang berfungsi untuk melindungi diri mereka agar tidak menjadi santapan binatang. Racun jenis lain yang terdapat pada tanaman dihasilkan selama proses pembusukan berlangsung dan selama proses penyimpanan. Tetapi, umumnya sayur-sayuran lebih banyak mengandung zat tepung, karbohidrat, terutama sayuran yang berasal dari akar. Sayuran yang berwarna hijau kandungan gulanya lebih sedikit daripada

sayuran yang berbentuk buah, dan sayuran yang berupa daun lebih banyak mengandung vitamin dan mineral.

Kandungan gizi sayuran berbeda-beda, tergantung jenisnya. Gizi yang tidak sesuai berakibat pada penurunan aktivitas fisik dan kemampuan intelektual yang membatasi potensi produksi manusia.

2.2 Klasifikasi Bayam (*Amaranthus*)

Kingdom	: Plantae
Sub kingdom	: Tracheobionta
Sub Divisi	: Spermatophyta
Division	: Magnoliophyta
Class	: Magnoliophyta
Sub Classis	: Caryophyllidae
Famili	: Amaranthacea
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Species	: <i>Amaranthus L. (Amaranthus sp.)</i>
Sinonim	: <i>A. Gangeticis</i>

Bayam berasal dari Amerika tropik. Sampai sekarang tumbuhan ini sudah tersebar di daerah tropis dan subtropis di seluruh dunia. Di Indonesia, bayam dapat tumbuh sepanjang tahun dan ditemukan pada ketinggian 5-2000 m daerah pinggiran laut, tumbuh di daerah panas dan dingin, tetapi tumbuh lebih subur di dataran rendah pada lahan terbuka yang udaranya agak panas (Ahmad D, 2008).

2.2.1 Bayam Hijau (*Amaranthus hybridus*)

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Sub kingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Sub divisi	: <i>Spermathopyta</i>
Division	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub classis	: <i>Caryophyllidae</i>
Family	: <i>Amaranthaceae</i>
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Species	: <i>Amaranthus hybridus</i> L (<i>Amaranthus spp</i>)



Gambar II.1 Bayam Hijau (*Amaranthus hybridus*)

2.2.2 Bayam Merah (*Amaranthus tricolor*L.)

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnolipsida</i>

Sub Kelas	: Hamamelidae
Ordo	: Caryophyllales
Famili	: <i>Amaranthaceae</i>
Genus	: <i>Amaranthus</i>
Spesies	: <i>Amaranthus tricolor</i> L. (Saparinto, 2013)



Gambar II.2 Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.)

Bayam merah (*Amaranthus tricolor* L.) merupakan tanaman sayuran yang termasuk dalam famili *Amarantaceae*. Di Indonesia bayam merah merupakan bahan sayuran daun yang bergizi tinggi dan digemari oleh semua lapisan masyarakat. Selain itu bayam merah banyak mengandung vitamin A, vitamin B, vitamin C, dan zat besi yang sangat berguna untuk pertumbuhan. Akar bayam merah juga dapat digunakan sebagai bahan obat tradisional, sedangkan padadaunnya dapat digunakan sebagai pewarna makanan alami sehingga dapat mengurangi penggunaan pewarna sintetik (Rukmana, 2008).

Daun bayam biasanya dimanfaatkan sebagai sayuran yang dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan, antara lain sayur bening,

sayur lodeh, pecel, rempeyek bayam dan lalap (Supriati, 2014). Dibandingkan dengan bayam hijau, bayam merah kurang populer. Namun, bayam merah mengandung banyak zat gizi yang bermanfaat untuk kesehatan (Astawan, 2008).

2.3 Kandungan Dari Bayam

1. Kandungan gizi

Menurut Marzuki Iskandar, Dosen Jurusan Gizi Politeknik Kesehatan Depkes RI Jakarta II, kandungan mineral dalam bayam cukup tinggi, terutama Fe yang dapat digunakan untuk mencegah kelelahan akibat anemia. Karena kandungan Fe dalam bayam cukup tinggi, ditambah kandungan Vitamin B terutama asam folat. Bayam memiliki rasa yang hambar ketika dimakan. Namun, sayur bayam memiliki kandungan gizi yang tinggi. Dengan mengonsumsi sayur bayam maka nutrisi dalam tubuh kita akan memberikan banyak perlindungan. Zat gizi yang terkandung pada bayam adalah vitamin dan mineral (Marzuki Iskandar, 2010).

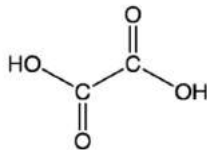
2. Kandungan Zat Antigizi

Dapat kita lihat bahwa bayam sangat lengkap, mulai dari gizi makro, karbohidrat, protein sampai dengan zat gizi mikro. Bayam juga terdapat kandungan senyawa kimia yang bersifat negatif, yaitu oksalat. Kandungan ini dapat menurunkan penyerapan beberapa kandungan zat gizi yang ada pada bayam seperti Fe, sehingga Fe hanya dapat diserap sebanyak 53% dan kalsium

sebanyak 5% (Marzuki Iskandar, 2010). Selain itu, kandungan zat besi (Fe) yang sangat tinggi pada bayam tidak boleh terlalu lama berinteraksi dengan udara. Karena ketika zat besi (Fe^{2+}) yang bermanfaat tersebut berinteraksi dengan udara, akan berubah menjadi zat besi yang bersifat racun bagi tubuh (Fe^{3+}).

2.4 Asam Oksalat

Asam Oksalat merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus kimia $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, berat molekul 126, massa molar 90,03 g mol⁻¹. Asam oksalat adalah zat kimia yang terdapat dalam jumlah sedikit dalam banyak tanaman, seperti pada semanggi dan bayam sebagai garam natrium atau kalsium. Asam oksalat biasanya dipakai sebagai penghilang karat, pereaksi pada pembuatan zat warna, dan lain-lain (Fessenden, 1997).



Gambar II.3 Struktur asam oksalat

1. Sifat- Sifat Oksalat

1. Sifat Fisik

Memiliki beberapa sifat fisik, diantaranya adalah berwujud kristal putih, titik lebur pada suhu 190°C, dan kelarutannya 8,6 gr/ 100 mL air pada suhu 20°C (Respati, 1986).

2. Sifat Kimia

Memilik beberapa sifat kimia, diantaranya adalah jika dengan H_2SO_4 pekat akan terurai menjadi CO_2 , CO , dan H_2O (Respati, 1986).

2.5 Pengaruh Terhadap Kesehatan

Kandungan oksalat yang terlalu tinggi pada bayam dapat menyebabkan gangguan fungsi ginjal dan bisa membentuk batu ginjal (Astawan, 2008). Meskipun bayam merupakan sumber kalsium yang baik, namun kalsium tersebut tidak dapat diserap dengan baik karena oksalat dapat berikatan ikatan dengan kalsium. Batu ginjal dapat terbentuk di dalam tubuh karena adanya oksalat yang bersenyawa dengan kalsium membentuk kristal kalsium oksalat. Kristal tersebut akan mengendap, dan jika terkumpul akan membesar membentuk batu ginjal. Batu ginjal ini akan menghalangi saluran kencing, dan saluran ginjal akan meradang. Batu ginjal sulit dihancurkan dengan obat, dan menyebabkan menurunnya fungsi organ genital.

Oksalat dapat menyebabkan gangguan pada ginjal dan defisiensi atau penurunan kekurangan kalsium, karena sebagian besar kalsium yang kita konsumsi terikat oleh oksalat. Oleh karena itu, mengonsumsi bayam harus diimbangi dengan makanan yang banyak mengandung kalsium seperti kacang-kacangan agar tidak menimbulkan defisiensi kalsium (Lingga, 2010).

2.6 Bahaya Oksalat

Menurut (Jiang *et al.*, 1996), kandungan oksalat yang tinggi dalam urin atau komponen darah dapat menyebabkan penyakit ginjal, kekurangan vitamin, penyakit usus dan hiperoksaluria. Terbentuknya kristal oksalat pada tanaman atau sayuran akan menyebabkan penyakit batu ginjal apabila sayuran dikonsumsi oleh manusia secara berlebihan. Selain itu, pada jumlah cukup tinggi, oksalat dan kristal kalsium oksalat menyebabkan aberasi mekanik saluran pencernaan dan tubulus yang halus di dalam ginjal (Akhtar *et al.*, 2011). Menurut Noonan dan Savage (1999) berpendapat bahwa mengurangi kadar kalsium dan mempertinggi kadar oksalat tidak dianjurkan akan tetapi sesekali mengkonsumsi makanan berkadar oksalat tinggi diperbolehkan untuk memenuhi nutrisi tubuh.

Meskipun bayam merupakan sumber kalsium yang baik, namun kalsium tersebut tidak dapat diserap dengan baik karena oksalat dapat berikatan ikatan dengan kalsium. Oksalat didalam tubuh dapat mengikat kalsium dan ini bisa mengakibatkan terganggunya kerja elektrik jantung, otot-otot dan syaraf.

2.7 Analisis Oksalat

Oksalat dapat ditentukan dengan metoda spektrofotometri UV-Vis yang diukur pada panjang gelombang 352 nm. Oksalat dapat mengaktifkan reaksi oksidasi katalitik iodide oleh bromat dengan besi (II) sebagai katalis dengan menghasilkan I_3 yang terbentuk sebanding dengan oksalat dalam sampel (Chamjangali, dkk dalam Emawati., 2018).

Metode yang digunakan untuk analisis asam oksalat menggunakan Spektrofotometri UV dengan panjang gelombang maksimum. Menurut hukum Lambert Beer prinsip kerja dari spektrofotometri bila cahaya monokromatik (I_0) melalui suatu media (larutan) maka sebagian cahaya tersebut diserap (I_a), sebagian dipantulkan (I_r) dan sebagian lagi dipancarkan (I_t) (Chamjangali, dkk dalam Emawati., 2018).

Pada umumnya larutan yang digunakan dalam bentuk larutan yang sudah diencerkan dengan jumlah konsentrasi tertentu. Larutan dengan konsentrasi yang rendah akan mudah diketahui transmisinya karena kerapatan dari molekulnya kecil sehingga kemampuan menyerap radiasi elektromagnetnya kecil dan banyak radiasi yang terbaca oleh detektor pada alat spektrofotometer juga kecil. Skema dari spektrofotometri terdiri dari sumber-sumber lampu, monokromator, wadah sampel (kuvet), detektor, amplifier, rekorder (Sekar Arumsari, 2010).

2.8 Spektrofotometri UV-VIS

Spektrofotometri Uv-Visibel adalah pengukuran energi cahaya oleh suatu sistem kimia pada panjang gelombang tertentu (Day,2012). Sinar ultraviolet (UV) mempunyai panjang gelombang 200-400 nm, dan sinar tampak (visibel) mempunyai panjang gelombang 400-750 nm (Rohman, 2007). Spektrofotometri serapan merupakan

pengukuran suatu interaksi antara radiasi elektromagnetik dan molekul atau atom dari suatu zat kimia.

Radiasi ultraviolet dan sinar tampak diabsorpsi oleh molekul organik aromatik, molekul yang mengandung elektron- π terkonjugasi dan atau atom yang mengandung elektron-n, menyebabkan transisi elektron di orbital terluarnya dari tingkat energi elektron dasar ke tingkat energi elektron tereksitasi lebih tinggi. Besarnya radiasi tersebut sebanding dengan banyaknya molekul analit yang mengabsorpsi sehingga dapat digunakan untuk analisis kuantitatif. Sinar ultraviolet dan sinar tampak memberikan energi yang cukup untuk terjadinya transisi elektronik. Dengan demikian, spektra ultraviolet dan spektra tampak dikatakan sebagai spektraelektronik.

Transisi-transisi elektronik akan meningkatkan energi molekular dari keadaan dasar ke satu atau lebih tingkat energi tereksitasi. Jika suatu molekul sederhana dikenakan radiasi elektromagnetik maka molekul tersebut akan menyerap radiasi elektromagnetik yang energinya sesuai. Interaksi antara molekul dengan elektromagnetik ini akan meningkatkan energi potensial elektron pada tingkat keadaan tereksitasi.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam analisis spektrofotometri UV:

a. Pemilihan Panjang Gelombang Maksimum

Panjang gelombang yang digunakan untuk analisis kuantitatif adalah panjang gelombang dimana terjadi serapan maksimum.

Untuk memperoleh panjang gelombang serapan maksimum, dilakukan dengan membuat kurva hubungan antara absorpsi dengan panjang gelombang dari larutan baku pada keadaan tertentu.

b. Pembuatan Kurva Kalibrasi

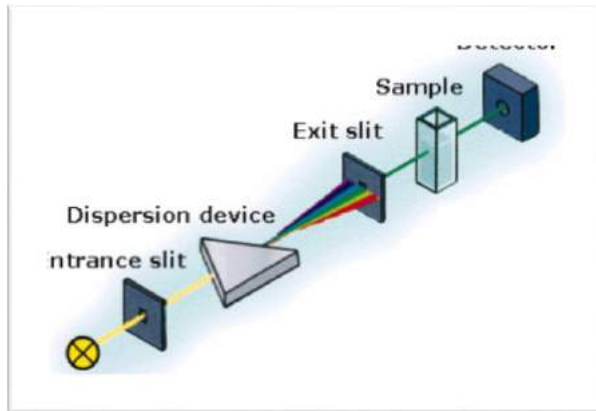
Dibuat seri larutan dari zat yang akan dianalisis dengan berbagai konsentrasi. Masing-masing absorbansi larutan dengan berbagai konsentrasi diukur, kemudian dibuat kurva yang merupakan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi. Bila hukum Lambert-Beer terpenuhi maka kurva kalibrasi berupa garis lurus.

c. Pembacaan Absorbansi Sampel

Absorbansi yang terbaca pada spektrofotometri hendaknya antara 0,2 sampai 0,8. Anjuran ini berdasarkan anggapan bahwa pada kisaran ini nilai absorbansi tersebut kesalahan fotometrik yang terjadi adalah paling minimal.

Instrumen dan komponen-komponen alat spektrofotometri UV-VIS :

1. Instrumen Spektrofotometri UV-Vis



Gambar II.4 Instrumen spektrofotometri UV-Vis

Instrumen Spektrofotometri UV-Vis terdiri dari :

1. Sumber sinar polikromatis berfungsi sebagai sumber sinar polikromatis dengan berbagai macam rentang panjang gelombang.
 - a. UV menggunakan lampu deuterium atau disebut juga heavy hydrogen.
 - b. VIS menggunakan lampu tungsten yang sering disebut lampu wolfram.
 - c. UV-VIS menggunakan photodiode yang telah dilengkapi monokromator.
 - d. Infra merah, lampu pada panjang gelombang IR.
2. Monokromator berfungsi sebagai penyeleksi panjang gelombang yaitu mengubah cahaya yang berasal dari sumber sinar

polikromatis menjadi cahaya monokromatis. Jenis monokromator yang saat ini banyak digunakan adalah grating atau lensa prisma dan filter optik.

3. Sel sampel berfungsi sebagai tempat meletakkan sampel (kuvet)
 - a. UV, VIS dan UV-VIS menggunakan kuvet sebagai tempat sampel. Kuvet biasanya terbuat dari kuarsa atau gelas, namun kuvet dari kuarsa yang terbuat dari silika memiliki kualitas yang lebih baik. Hal ini disebabkan yang terbuat dari kaca dan plastik dapat menyerap UV sehingga penggunaannya hanya pada spektrofotometer sinar tampak (VIS). Kuvet biasanya berbentuk persegi panjang dengan lebar 1 cm.
 - b. IR, untuk sampel cair dan padat (dalam bentuk pasta) biasanya dioleskan pada dua lempeng natrium klorida. Untuk sampel dalam bentuk larutan dimasukkan ke dalam sel natrium klorida. Sel ini akan dipecahkan untuk mengambil kembali larutan yang dianalisis, jika sampel yang dimiliki sangat sedikit dan harganya mahal.
4. Detektor berfungsi menangkap cahaya yang diteruskan dari sampel dan mengubahnya menjadi arus listrik. Syarat-syarat sebuah detektor :
 - a. Kepekaan yang tinggi
 - b. Perbandingan isyarat atau signal dengan bising tinggi
 - c. Respon konstan pada berbagai panjang gelombang.
 - d. Waktu respon cepat dan signal minimum tanpa radiasi.

- e. Signal listrik yang dihasilkan harus sebanding dengan tenaga radiasi.
5. Read out merupakan suatu sistem baca yang menangkap besarnya isyarat listrik yang berasal dari detektor.

2.9 Hukum Lambert Beer

Hukum Lambert-Beer adalah cahaya yang diserap diukur sebagai absorbansi (A) sedangkan cahaya yang hamburkan diukur sebagai transmitansi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert-beer atau Hukum Beer, berbunyi: "Jumlah radiasi cahaya tampak (ultraviolet, inframerah dan sebagainya) yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan".

Rumus yang diturunkan dari Hukum Beer dapat ditulis sebagai :

$$A = a \cdot b \cdot c \text{ atau } A = \epsilon \cdot b \cdot c$$

dimana :

- A = Absorbansi
- b/l = Tebal larutan
- c = Konsentrasi larutan yang diukur
- ϵ = Tetapan absorptivitas molar
- a = Tetapan absorptivitas

2.10 Validasi Metode Analisis

Validasi metode analisis adalah suatu tindakan penilaian terhadap parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium, untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan untuk penggunaannya. Validasi metode analisis bertujuan untuk mengkonfirmasi bahwa metode analisis tersebut dapat sesuai untuk peruntukannya (Gandjar, 2007). Validasi metode merupakan proses untuk memastikan bahwa prosedur yang memenuhi standar reliabilitas, akurasi, presisi sesuai tujuan yang diharapkan (Ahuja dan Dong, 2005). Validasi metode dilakukan untuk menjamin bahwa metode analisis akurat, spesifik, reproduisibel dan tahan pada kisaran analit yang akan dianalisis (Gandjar dan Rohman, 2014). Menurut Harmita pada Tahun 2004, validasi metode analisis adalah suatu tindakan parameter tertentu, berdasarkan percobaan laboratorium untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan dalam penggunaannya.

Validasi metode terdiri dari linieritas, penentuan batas deteksi dan batas kuantitasi, uji keseksamaan (presisi), uji perolehan kembali (recovery).

2.10.1 Linieritas

Linieritas menunjukkan kemampuan suatu metode analisis untuk memperoleh hasil pengujian yang sesuai dengan konsentrasi analit yang terdapat pada sampel pada kisaran konsentrasi tertentu. Sedangkan rentang metode pernyataan batas terendah dan tertinggi analit yang sudah ditunjukkan dapat ditetapkan dengan kecermatan, keseksamaan dan linieritas yang dapat diterima. Rentang dapat

dilakukan dengan cara membuat kurva kalibrasi dari beberapa set larutan standart yang telah diketahui konsentrasinya (Ermer dan Miller, 2005). Linieritas dapat diukur dengan melakukan pengukuran tunggal pada konsentrasi yang berbeda –beda. Data yang diperoleh selanjutnya diproses dengan metode kuadrat terkecil, untuk selanjutnya dapat ditentukan nilai kemiringan (*slope*), *intercept*, dan *koefisien korelasinya* (Gandjar dan Rohman, 2014) Linieritas dapat dilihat melalui kurva kalibrasi yang menunjukkan hubungan antara respon dengan konsentrasi analit pada beberapa seri larutan baku. Dari kurva kalibrasi ini kemudian akan ditemukan regresi linearnya yang berupa persamaan $y=bx+a$, dimana x adalah konsentrasi, y adalah respon, a adalah *intercept* y yang sebenarnya dan b adalah *slope* yang sebenarnya. Tujuan dari dibuatnya regresi ini adalah untuk menentukan estimasi terbaik untuk *slope* dan *intercept* sehingga akan mengurangi residual error, yaitu perbedaan nilai hasil percobaan dengan nilai yang diprediksi melalui persamaan regresi linear (Harvey, 2000). Sebagai parameter adanya hubungan linear digunakan koefisien korelasi r pada analisis regresi linear. Hubungan linear yang ideal dicapai jika nilai b adalah 0 dan r adalah +1 atau -1 tergantung arah garis (Harmita, 2004).

$$S_y = \frac{\sqrt{\sum(y_i - \bar{y})^2}}{n-2}$$

Dimana :

$$y_i = a + bx$$

$$S_{x_0} = \frac{S_y}{b}$$

S_{x_0} = standar deviasi dari fungsi

$$V_x = \frac{S_{x_0}}{x}$$

V_{x_0} = koefisien variasi dari fungsi

2.10.2 Limit deteksi dan Limit kuantitas

Limit deteksi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah yang masih dapat dideteksi meskipun tidak selalu dapat dikuantifikasi. Sedangkan batas kuantifikasi didefinisikan sebagai konsentrasi analit terendah dalam sampel yang dapat ditentukan dengan presisi dan akurasi pada kondisi analisis yang digunakan (Yuwono dan Indrayanto, 2005). Limit deteksi merupakan jumlah atau konsentrasi terkecil analit dalam sampel yang dapat dideteksi, namun tidak perlu diukur sesuai dengan nilai sebenarnya. Limit kuantitas adalah jumlah analit terkecil dalam sampel yang dapat ditentukan secara kuantitatif pada tingkat ketelitian dan ketepatan yang baik. Limit kuantitas merupakan parameter pengujian kuantitatif untuk konsentrasi analit yang rendah dalam matriks yang kompleks dan digunakan untuk menentukan adanya pengotor atau degradasi produk. Limit deteksi dan limit kuantitas dihitung dari rerata kemiringan garis dan simpangan baku intersep kurva standar yang diperoleh (ICH, 2005).

Dari kurva baku yang diperoleh dapat dihitung konsentrasi terkecil yang masih dapat dideteksi (BD) dan terdeteksi secara kuantitatif (BK) menggunakan perhitungan statistik. Batas deteksi dan batas

kuantisasi dapat dihitung dengan menggunakan rumus : simpangan baku (SB), batas deteksi (LOD), dan batas kuantitasi (LOQ).

$$\text{LOD} = \frac{3xSsY/x}{st} \text{ atau } \text{LOQ} = \frac{3xsb}{b}$$

Keterangan :

K = konstanta (untuk LOD k = 3)

Sb = simpangan baku

b = *Slope*

2.10.3 Akurasi

Akurasi adalah ukuran yang menunjukan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Kecermatan hasil analisis sangat Akurasi Akurasi adalah ukuran yang menunjukan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Kecermatan hasil analisis sangat tergantung dengan sebaran galat sistematis dalam keseluruhan tahapan analisis (Gandjar, 2007). Akurasi merupakan ketepatan metode analisis atau kedekatan antara nilai terukur dengan nilai yang diterima baik nilai konvensi, nilai sebenarnya, atau nilai rujukan. Akurasi diukur sebagai banyaknya analit yang diperoleh kembali pada suatu pengukuran dengan melakukan spiking pada suatu sampel. Untuk pengujian senyawa obat, akurasi diperbolehkan dengan membandingkan hasil

pengukuran dengan bahan rujukan standar (Gandjar dan Rohman, 2014).

$$\text{Perolehan Kembali} = \frac{\text{Kadar terukur}}{\text{Kadar diketahui}} \times 100\%$$

$$\text{Perolehan Kembali} = 100\%$$

Kriteria Rentang *recovery* Analit Pada Matriks (Harmita, 2004)

Analit pada matrik sampel %	Rata- rata yang diperoleh %
100	98-102
> 10	98-102
> 1	97-103
> 0,1	95-105
0,01	90-107
0,001	90-107
0,000,1 (1 ppm)	80-110
0,000,01 (100 ppb)	80-110
0,000,001 (10 ppb)	60-115
0,000,000,1 (1 ppb)	40-120

2.10.4 Presisi

Presisi adalah ukuran kedekatan hasil analisis diperoleh dari serangkaian pengukuran ulangan dari ukuran yang sama. Hal ini mencerminkan kesalahan acak yang terjadi dalam sebuah metode.

Dua set diterima secara umum kondisi di mana presisi diukur adalah kondisi berulang dan reproduksi. Presisi biasanya diukur sebagai koefisien variasi atau deviasi standar relative dari hasil analisis yang diperoleh dari independen disiapkan standar control kualitas (Riyanto, 2014). Penentuan presisi dapat dibagi menjadi tiga kategori yaitu keterulangan (*repeatability*), presisi antara (*intermediate precision*), dan ketertiruan (*reproducibility*). Keterulangan merupakan ketepatan yang ditentukan pada laboratorium yang sama oleh satu analis serta menggunakan peralatan dan dilakukan pada hari yang sama. Presisi antara merupakan ketepatan pada kondisi percobaan pada laboratorium yang sama oleh analis, peralatan, reagen, dan kolom yang berbeda. Ketertiruan mempresentasikan presisi hasil yang dapat dilakukan pada tempat percobaan yang lain dengan tujuan untuk memverifikasi bahwa metode akan menghasilkan hasil yang sama pada fasilitas tempat yang berbeda (Yuwono dan Indrayanto, 2005).

Kriteria KV yang dapat diterima :

Kadar Analit	KV %
$\geq$ %	2,5
0,1 %	5
1 ppm	16
1 ppb	32

Keseksamaan dapat dihitung dengan cara sebagai berikut :

$$SD = \frac{\sqrt{\Sigma(x - xi)^2}}{n - 1}$$

Koefisien variasi (KV) atau simpanagan baku relative dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$KV = \frac{SD}{x} \times 100\%$$

Keterangan:

X = Kadar rata-rata sampel

SD = Standar deviasi

KV = Koefisien Variasi