

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Wortel (*Daucus carota* L.)

Wortel adalah sayuran umbi akar. Umbi wortel sebenarnya adalah akar tunggang yang menebal dan berisi cadangan makanan. Mulanya akar ini berwarna putih, kemudian berubah menjadi kuning pucat dan akhirnya menjadi orange tua. Dalam sistematika tumbuh-tumbuhan, tanaman wortel menurut Cahyono (2006) diklasifikasikan sebagai berikut:



Gambar 1. Umbi Wortel.

Kingdom : *Plantae*
Division : *Spermatophyta* (Tumbuhan berbiji)
Subdivisi : *Angiospermae* (Biji berada dalam buah)
Kelas : *Dicotyledonae* (Biji berkeping dua)
Ordo : *Umbelliferales*
Family : *Umbrelliferales*
Genus : *Daucus*
Spesies : *Daucus carota* L.

1. Morfologi wortel

1.1 Daun. Daun tanaman wortel termasuk daun majemuk, menyirip ganda dua atau tiga, dan bertangkai. Daun memiliki anak daun yang berbentuk garis-garis dengan bagian tepi daun bercangap. Setiap tanaman memiliki 5-7 tangkai daun yang berukuran agak panjang. Daun berfungsi sebagai tempat berfotosintesis untuk menghasilkan zat-zat yang diperlukan oleh akar, batang, daun, bunga, buah, biji, dan umbi (Cahyono, 2006).

1.2 Batang. Batang pada tanaman wortel sangat pendek sehingga hampir tidak nampak berbentuk bulat, tidak berkayu, agak kerak dan berdiameter agak kecil. Batang berfungsi sebagai jalan untuk mengangkat air dan zat-zat makanan dari dalam tanah menuju kedaun, dan zat-zat hasil asimilasi dari daun ke seluruh bagian tubuh tanaman (Cahyono, 2006).

1.3 Akar. Akar pada tanaman wortel adalah akar tunggang dan serabut. Bentuk akar akan berubah menjadi besar dan bulat memanjang, hingga mencapai diameter 6 cm dan memanjang sampai 30 cm. Akar tunggang yang telah berubah bentuk dan fungsi disebut umbi wortel (Cahyono, 2006).

1.4 Bunga. Bunga tanaman wortel tumbuh pada ujung tanaman, berbentuk payung berganda, dan berwarna putih atau merah jambu agak pucat. Bunga wortel yang telah mengalami penyerbukan menghasilkan buah dan biji yang berukuran kecil dan berbulu (Cahyono, 2006).

2. Manfaat wortel

Cahyono (2006) mengungkapkan bahwa wortel memiliki berbagai macam manfaat, antara lain sebagai bahan makanan, bahan obat-obatan dan bahan kosmetik.

2.1. Bahan makanan. Wortel merupakan salah satu jenis tanaman sayuran yang dapat digunakan untuk membuat berbagai macam masakan seperti sup, capcai, mie, bakwan, dan bistik. Masyarakat menyukai umbi wortel salah satunya memiliki rasa enak, renyah, dan agak manis. Umbi wortel dapat digunakan dalam industri pangan untuk diolah menjadi bentuk olahan seperti minuman sari umbi wortel, *chips* wortel, manisan, jus wortel, dan dapat digunakan sebagai pewarna pangan alami.

2.2. Bahan obat-obatan. Senyawa yang terkandung dalam umbi wortel dapat digunakan untuk mengobati beberapa jenis penyakit, antara lain dapat menghambat penyebaran sel kanker (senyawa β -karoten), mencegah rabun senja (senyawa karoten pro-vitamin A), mengatasi radang lambung, gangguan empedu, penyakit dalam pencernaan (*hyperaciditas*), sembelit, mencegah serangan jantung, membersihkan darah, meningkatkan ketahanan tubuh terhadap infeksi penyakit, serta meningkatkan kesehatan usus besar.

2.3. Bahan kosmetika. Umbi wortel selain digunakan sebagai bahan pangan dan pengobatan, dapat juga digunakan untuk keperluan kosmetika yaitu untuk merawat kecantikan wajah, menjaga kelembaban kulit, dan menyuburkan rambut. Merawat kecantikan wajah dan menjaga kelembaban kulit dapat berupa masker dan untuk menyuburkan rambut berupa *hairtonic*.

3. Kandungan wortel

Kandungan nilai gizi dan kalori dalam wortel per 100 gram bahan segar :

Tabel 1. Kandungan Nilai Gizi dan Kalori dalam Umbi Wortel per 100 gram Bahan Segar

NO	Jenis Zat Gizi	Jumlah
1	Kalori (kal.)	35
2	Protein (g)	0,6
3	Lemak (g)	0,1
4	Karbohidrat (g)	8,2
5	Kalsium (mg)	32
6	Fosfor (mg)	28
7	Besi (mg)	0,9
8	Sodium (mg)	7
9	Serat (g)	1,8
10	Abu (g)	0,6
11	Vitamin A (SI)	12,000,00
12	Vitamin B-6 (mg)	0,1
13	Vitamin C (mg)	8,4
14	Vitamin K (mcg)	9,4
15	Niacin (mg)	0,60
16	Air (g)	90,4

(Pertiwi, 2013).

B. Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang sering disebut dengan timah hitam, berwarna abu-abu kebiruan mengkilat dan memiliki bilangan oksidasi +2 (Sunarya, 2007). Timbal mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, dan digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan. Timbal termasuk dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia yang mempunyai nomor atom 82 dan berat atom 207,20. Titik leleh timbal pada suhu 328 °C (662 °F), titik didih 1740 °C (3164 °F) dan memiliki massa jenis 11,34 g/cm³. Logam timbal larut dalam HNO₃, sedikit larut dalam HCl dan H₂SO₄ pekat

(Widowati, 2008). Timbal (Pb) menguap dan membentuk oksigen di udara dalam bentuk timbal oksida (PbO) pada suhu 500-600⁰C (Palar, 2008).

1. Penggunaan timbal (Pb)

Timbal dan persenyawaannya digunakan dalam berbagai bidang. Dalam industri baterai timbal digunakan sebagai *grid* yang merupakan *alloy* (suatu persenyawaan) dengan logam bismut (Pb-Bi). Timbal oksida (PbO₄) dan logam timbal dalam industri baterai digunakan sebagai bahan yang aktif dalam pengaliran arus elektron. *Alloy* Pb yang mengandung 1 % stibium (Sb) digunakan sebagai kabel telepon dan untuk kabel listrik menggunakan *alloy* Pb dengan 0,15% As; 0,1% Sn; dan 0,1% Bi (Palar, 2008).

Perkembangan industri kimia, dikenal zat aditif yang dapat ditambahkan dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Persenyawaan logam Pb yang dibentuk sebagai zat aditif yaitu (CH₃)₄-Pb (tetrametil-Pb) dan (C₂H₅)₄-Pb (tetrametil-Pb). Timbal asetat digunakan pada proses pencelupan dan pencetakan testil, bahan pernis kayu, pabrik pertisida, pabrik cat, reagensia kimia, dan pewarnaan rambut (Palar, 2008).

2. Pencemaran timbal (Pb)

Logam berat timbal terdapat secara alami di dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami maupun buatan (Fauzi, 2008 dalam winarna *et al.*, 2015). Udara dan air yang telah mencemari tanah adalah sumber utama kontaminasi logam berat. Tanah yang telah tercemar lalu ditanami tumbuhan maka tumbuhan tersebut akan mengakumulasi logam-logam pada bagian akar, batang, daun, dan buah.

3. Toksisitas timbal (Pb)

Timbal (Pb) dalam tubuh mampu menghambat aktifitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin dan sebagian dieksresikan lewat urin atau feses yang terikat protein, dan dapat terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Widowati, 2008).

Toksisitas logam berat dipengaruhi oleh faktor fisika, kimia dan biologi lingkungan. Kondisi lingkungan dapat mengubah laju absorpsi logam dan mengubah kondisi fisiologis yang berbahaya terhadap pengaruh logam. Akumulasi logam berat timbal pada manusia jika terjadi terus-menerus mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan saraf dan kematian. Bentuk toksisitas logam timbal organik dan anorganik sama (Naria, 2005).

Logam toksik bersifat kumulatif pada timbal berdasarkan mekanisme toksisitasnya dibedakan menurut organ yang dipengaruhinya adalah Sistem hemopoetik, timbal menghambat sistem pembentukan hemoglobin menyebabkan anemia. Sistem saraf pusat dan tepi, dapat menyebabkan gangguan ensefalopati dan gejala gangguan saraf perifer. Sistem ginjal, menyebabkan aminoasiduria, fosfaturia, glukosuria, nefropati, fibrosis, dan atrofi glomerular. Sistem gastrointestinal, menyebabkan kolik dan konstipasi. Sistem kardiovaskular, menyebabkan peningkatan permeabilitas kapiler pembuluh darah. Sistem reproduksi, menyebabkan kematian janin pada wanita (Darmono, 2001).

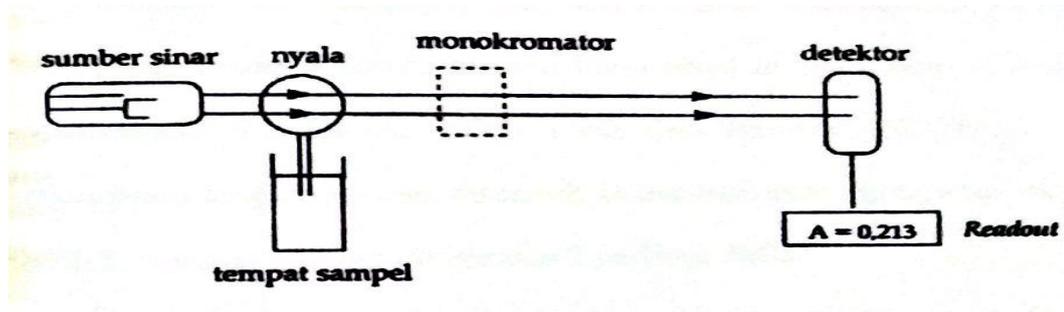
C. Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar spektrofotometri serapan atom adalah suatu metode yang digunakan untuk mendeteksi atom-atom logam dalam fase gas. Analisis kuantitatif dari logam dalam sampel seringkali mengandalkan nyala untuk mengubah logam dalam larutan sampel menjadi atom-atom logam berbentuk gas (Rohman, 2007).

Spektrofotometri serapan atom terjadi penyerapan energi oleh atom sehingga atom mengalami transisi elektronik dari keadaan dasar ke keadaan tereksitasi. Metode analisa ini didasarkan pada pengukuran intensitas sinar yang diserap oleh atom sehingga terjadi eksitasi. Proses absorpsi atom dapat terjadi diperlukan sumber radiasi monokromatik dan alat penguapan sampel diperoleh atom dalam keadaan dasar dari unsur yang diinginkan. Spektrofotometri serapan atom (SSA) didasarkan pada absorbansi atom pada suatu unsur yang dapat mengabsorpsi energi pada panjang gelombang tertentu (Murtini *et al.*, 2009).

1. Instrumentasi

Komponen Spektrofotometri Serapan Atom, yaitu : sumber sinar, sistem atomisasi, monokromator, detektor, dan alat pembaca (Parkin – Elmer Corp., 1996).



Gambar 2. Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (Gandjar dan Rohman, 2007)

1.1. **Sumber sinar.** *Hollow Cathode Lamp* (HCL) adalah sumber radiasi yang lazim dipakai. HCL terdiri dari tabung kaca tertutup berbentuk silinder

berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi logam tertentu. Anoda dan katoda adalah bagian dari tabung logam yang diisi dengan gas mulia Neon dan Argon dengan tekanan yang rendah. Jika diberi tegangan pada arus tertentu, katoda akan memancarkan elektron-elektron yang bergerak menuju anoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi. Elektron dengan energi tinggi akan bertabrakan dengan gas mulia sehingga gas mulia akan kehilangan elektron dan menjadi ion bermuatan positif. Ion bermuatan positif akan bergerak menuju katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi sehingga menabrak unsur-unsur yang terdapat pada katoda. Akibatnya unsur-unsur terlempar keluar permukaan katoda dan mengalami eksitasi ke tingkat energi elektron yang lebih tinggi dan menghasilkan spektrum yang spesifik (Rohman, 2007).

1.2. Sumber atomisasi. Sampel yang akan dilakukan pengujian harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan azas. Sampel diubah menjadi uap atom dengan menggunakan berbagai macam alat yaitu:

1.2.1. Nyala (*Flame*). Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan berfungsi untuk atomisasi. Suhu yang dapat dicapai oleh nyala tergantung pada gas yang digunakan, misalnya untuk gas asetilen-udara suhunya sebesar 2200⁰C. Pemilihan bahan pembakar dan gas pengoksidasi serta komposisi perbandingannya sangat mempengaruhi suhu nyala. Sumber nyala asetilen-udara ini merupakan sumber nyala yang paling banyak digunakan. Pada sumber nyala ini asetilen sebagai bahan pembakar dan udara sebagai bahan pengoksidasi.

1.2.2. Tanpa nyala (*Flameless*). Pengatoman dilakukan dalam tungku dari grafit. Sejumlah sampel diambil sedikit (hanya beberapa μL), lalu diletakkan dalam tabung grafit, kemudian tabung tersebut dipanaskan dengan sistem listrik dengan cara melewatkan arus listrik pada grafit. Akibat pemanasan ini, maka zat yang akan dianalisis berubah menjadi atom-atom netral dan pada fraksi atom ini dilewatkan suatu sinar yang berasal dari lampu katoda berongga sehingga terjadilah proses penyerapan energi sinar yang memenuhi kaidah analisis kuantitatif.

1.3. Monokromator. Monokromator berfungsi untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Selain sistem optik, dalam monokromator juga terdapat *chopper* untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu (Gandjar dan Rohman, 2007).

1.4. Detektor. Detektor digunakan untuk mendeteksi sinar yang masuk dari monokromator dengan mengubah energi sinar menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan untuk mencatat hasil analisis. Detektor yang umum digunakan adalah tabung penggandaan foton atau *photomultiplier tube* (Gandjar dan Rohman, 2007).

1.5. Readout. *Readout* adalah alat petunjuk atau sistem pencatatan hasil. Alat dikalibrasi terlebih dahulu untuk dilakukan pencatatan hasil pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau kurva suatu *recorder* yang menggambarkan absorbansi atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2007).

2. Kelebihan dan keterbatasan spektrofotometri serapan atom

2.1. Kelebihan. Spektrofotometri Serapan Atom lebih peka dari spektroskopi emisi atom, suatu metode analisa yang sangat spesifik bermanfaat untuk aspek pengendalin mutu (Watson, 2010). Sederhana, akurat, dan mudah digunakan juga termasuk kelebihan SSA (Sukandar *et al.*, 2012).

2.2. Keterbatasan. Spektrofotometri Serapan Atom hanya dapat digunakan untuk unsur-unsur logam, masing-masing unsur memerlukan lampu katode rongga yang berbeda untuk penentuannya.

3. Gangguan-gangguan pada spektrofotometri serapan atom

Gangguan pada Spektrofotometri Serapan Atom terjadi dengan peristiwa pembacaan absorbansi yang dianalisis lebih kecil atau lebih besar dari nilai yang sesungguhnya. Gangguan-gangguan yang terjadi pada Spektrofotometri Serapan Atom menurut Rohman dan Gandjar (2007) adalah :

3.1. Gangguan matriks. Sifat-sifat tertentu dari matriks sampel dapat mengganggu analisis yaitu berpengaruh pada laju aliran bahan bakar atau gas pengoksidasi. Viskositas, tegangan permukaan, berat jenis dan tekanan uap termasuk sifat-sifat tertentu dari matriks sampel. Gangguan matriks lainnya yaitu pengendapan unsur yang dianalisis sehingga jumlah atom yang mencapai nyala menjadi lebih sedikit dari konsentrasi yang seharusnya.

3.2. Gangguan kimia. Dua peristiwa kimia yang dapat mengganggu terbentuknya atom-atom netral yang masih dalam keadaan azas di dalam nyala adalah disosiasi senyawa-senyawa yang tidak sempurna dan ionisasi atom-atom di dalam nyala. Ionisasi yang tidak sempurna penyebabnya adalah terbentuk senyawa-

senyawa refraktorik (sukar diuraikan di dalam nyala api). Suhu yang terlalu tinggi dapat digunakan untuk terjadinya ionisasi atom-atom dalam nyala. Prinsip analisis dengan SSA adalah mengukur nilai absorbansi atom-atom netral dalam keadaan azas.

3.3. Gangguan oleh penyerapan non-atomi. Terjadi penyerapan cahaya dari sumber sinar yang bukan berasal dari atom-atom yang akan dianalisis termasuk gangguan jenis ini. Penyerapan non-atomik disebabkan adanya penyerapan cahaya oleh partikel-partikel padat yang berada di dalam nyala.

4. Rumus penetapan kadar logam timbal (Pb)

Nilai absorbansi yang diperoleh dari sampel dimasukkan kedalam persamaan kurva baku.

Persamaan (1). Perhitungan kadar logam timbal (Pb)

$$Kadar Pb(mg/kg) = \frac{C(mg/L)}{B(kg)} \times V(L) \quad \dots(1)$$

Keterangan

C: konsentrasi timbal dalam sampel yang dihitung dari kurva standar

B : bobot sampel (kg)

V : volume sampel (L)

D. Validasi Metode Uji

Validasi adalah proses dimana prosedur dievaluasi untuk menentukan kemajuan dan keandalan dalam suatu analisis serta untuk menentukan bahwa metode yang digunakan cocok untuk tujuan yang dimaksud. Validasi metode sangat diperlukan karena alasannya merupakan elemen penting dari kontrol kualitas dan validasi membantu memberikan jaminan bahwa pengukuran dapat diandalkan.

Dalam beberapa bidang, validasi metode merupakan persyaratan peraturan (Riyanto, 2014).

Organisasi yang mengharuskan validasi metode uji adalah Internasional Standarts Organisasi (ISO) yaitu ISO 17025, AOAC International (*Association of Official Analytical Chemists*), ASTM International (*American Society for Testing and Materials*), dan ILAC (*International Laboratory Accreditation Cooperation*)

1. Linearitas

Linearitas adalah kemampuan metode analisis memberikan respon proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel. Sebagai parameter adanya hubungan linier digunakan koefisien korelasi r pada analisis regresi linier $y=bx+a$. Koefisien korelasi adalah suatu ukuran hubungan linier antara dua set data dan ditandai dengan r hubungan linier yang $r=+1$ atau -1 bergantung pada arah garis.

Parameter hubungan kelinieran yang digunakan yaitu koefisien korelasi (r) pada analisis regresi linier $y = bx + a$ (b adalah *slope*, a adalah *intersep*, x adalah konsentrasi analit dan y adalah respon instrumen). Linearitas menunjukkan kemampuan metode analisis untuk menghasilkan respon yang proposional terhadap konsentrasi analit dalam sampel pada kisaran atau rentang yang ada (Riyanto, 2014).

2. Akurasi

Akurasi (kecermatan) adalah yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analisis dengan kadar analit yang sebenarnya. Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (*recovery*) analit yang ditambahkan. Akurasi merupakan derajat ketepatan antara nilai yang diukur dengan nilai sebenarnya yang diterima. Uji

akurasi dilihat dari bahan kontrol dan dihitung sebagai persen recovery (%R), sehingga diperoleh metode yang akurat.

Persamaan (2). Perhitungan *Recovery*

$$Recovery (\%) = \frac{kadar\ terhitung}{kadar\ diketahui} \times 100\% \quad \dots(2)$$

3. Presisi

Presisi (ketelitian) adalah ukuran yang menunjukkan derajat kesesuaian antara hasil uji individual, diukur melalui penyebaran hasil individual dari rata-rata jika prosedur diterapkan secara berulang pada sampel-sampel yang diambil dari campuran yang homogen. Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relative (koefisien variasi). Presisi metode dapat dinyatakan sebagai *repeatability* (keterulangan), *intermediate precision* (presisi antara) dan *reproducibility* (ketertiruan).

Repeability adalah keseksamaan metode jika dilakukan berulang kali analisis yang sama pada kondisi sama dan dalam interval waktu yang pendek. Presisi antara adalah pengukuran kinerja metode dimana sampel-sampel diuji dan dibandingkan dengan menggunakan tenaga analis berbeda. Peralatan berbeda atau hari yang berbeda, sedangkan *reproducibility* adalah keseksamaan metode jika dikerjakan pada kondisi yang berbeda. Biasanya analisis dilakukan dalam laboratorium-laboratorium berbeda menggunakan peralatan, pereaksi, pelarut dan analis yang berbeda. Presisi dari metode uji ditentukan dengan rumus:

Persamaan (3). Perhitungan Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_1 - \bar{x})^2}{n-2}} \quad \dots(3)$$

Persamaan (4). Perhitungan Koefisien Variasi

$$CV = \frac{SD}{\bar{x}} \times 100\% \quad \dots(4)$$

Kriteria seksama diberikan jika metode memberikan simpangan baku relative (RSD) atau koefisien variasi (CV) 2% atau kurang. Kriteria ini sangat fleksibel tergantung pada konsentrasi analit yang diperiksa jumlah sampel dan kondisi laboratorium (Riyanto, 2014).

4. LOD dan LOQ

LOD (*Limit of Detection*) adalah parameter untuk mengetahui batas konsentrasi analit terkecil yang dapat terukur oleh instrumen dan memberikan respon signifikan.

Persamaan (5). Perhitungan LOD

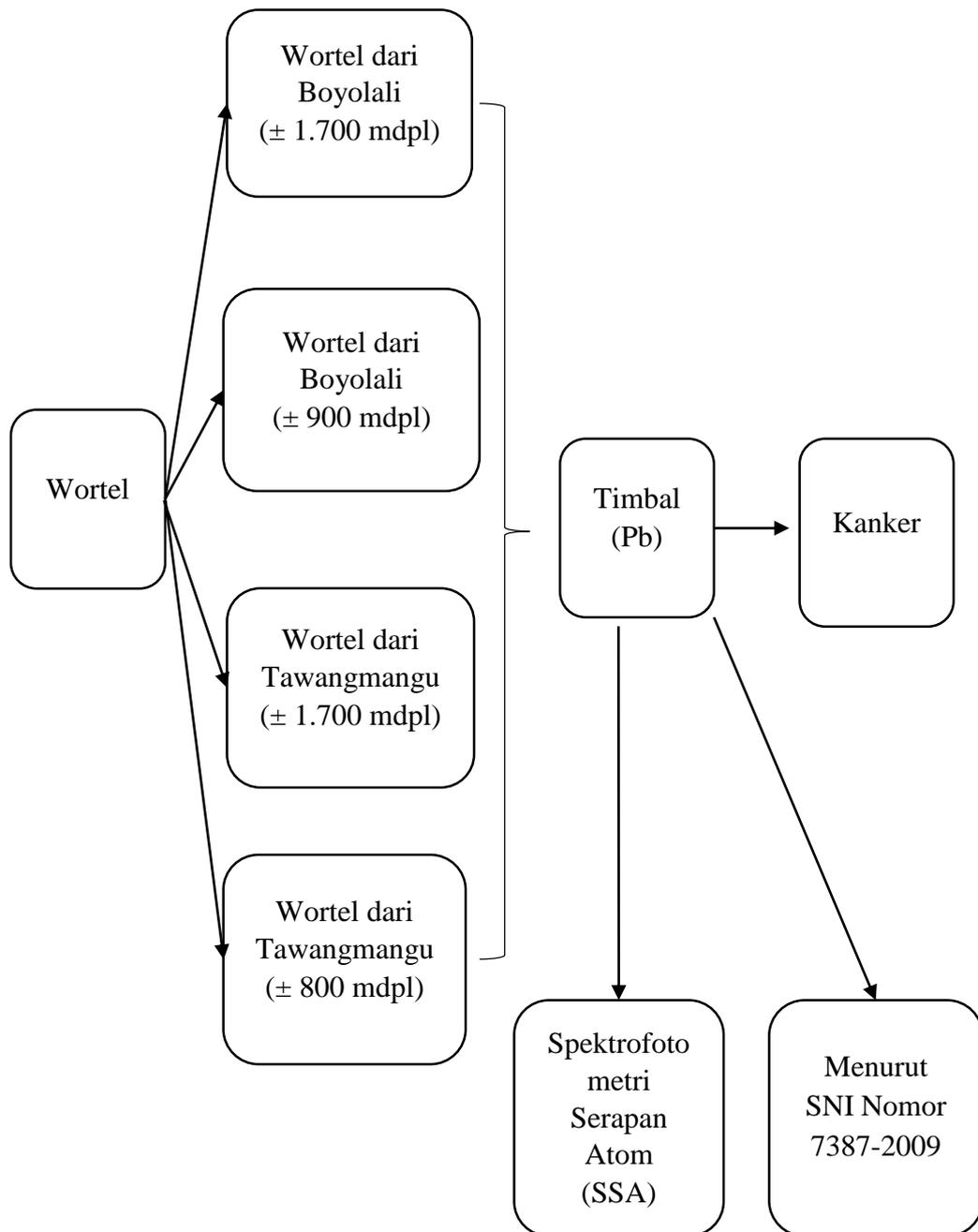
$$LOD = \frac{SD \times 3,3}{Slope} \quad \dots(5)$$

Sedangkan LOQ (*Limit of Quantitation*) adalah kadar terkecil analit yang dapat terdeteksi secara kuantitatif (Hermita, 2004).

Persamaan (6). Perhitungan LOQ

$$LOQ = \frac{SD \times 10}{Slope} \quad \dots(6)$$

A. Kerangka Penelitian



Gambar 3. Kerangka Penelitian

B. Landasan teori

Umbi wortel (*Daucus carota* L.) adalah salah satu tanaman hortikultura dan sayuran yang dikonsumsi sehari-hari yang mengandung banyak vitamin dan mineral yang berperan meningkatkan kesehatan. Mengonsumsi wortel berkhasiat untuk mengantisipasi pembentukan endapan dalam saluran kencing, menjaga kesehatan mata, paru-paru, jantung dan hati. Umbi wortel dapat dijadikan sebagai bahan makanan, bahan obat-obatan dan bahan kosmetika. Umbi wortel yang dikonsumsi dapat berupa sup, jus wortel, *chips* wortel dan manisan. Oleh karena itu higienitas dan keamanan sayuran yang akan dikonsumsi sangat penting agar tidak menimbulkan gangguan kesehatan (Soelarso, 2009).

Timbal (Pb) merupakan logam berat yang secara alami terdapat dalam kerak bumi dan tersebar ke alam dalam jumlah kecil melalui proses alami dan buatan. Cemaran logam berat timbal dapat berasal dari udara yaitu melalui asap kendaraan bermotor, air, dan pestisida yang mencemari tanah. Tanaman yang tumbuh pada tanah yang tercemar akan mengakumulasi logam-logam berat pada bagian akar, batang, daun dan buah. Logam berat timbal pada manusia jika terjadi terus-menerus mengakibatkan anemia, kemandulan, penyakit ginjal, kerusakan saraf dan kematian (Widyasari *et al.*, 2013).

Metode analisis dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (*Atomic Absorption Spectrophotometry*) merupakan metode yang cocok untuk penentuan unsur-unsur logam dan metaloid karena mempunyai kepekaan yang tinggi, selektif, sederhana dan interferensinya sedikit. Metode Spektrofotometri

Serapan Atom adalah salah satu metode analisis yang sering digunakan untuk pengukuran sampel logam berat dengan kadar yang sangat kecil (Rohman, 2007).

C. Hipotesis

Berdasarkan permasalahan yang ada dapat disusun suatu hipotesis dalam penelitian ini bahwa kandungan timbal (Pb) pada wortel dapat dilakukan uji kualitatif maupun uji kuantitatif menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom. Kadar timbal (Pb) dalam wortel tidak memenuhi syarat berdasarkan baku mutu Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan SNI 7387 – 2009 menyebutkan bahwa batas cemaran logam berat pada buah dan sayur adalah $\leq 0,5\text{mg/kg}$.

