

**Review Jurnal : Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb)
Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam
Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom *Dan Inductively Coupled
Plasma Atomic Emission Spectrometry***

ARTIKEL ILMIAH

Laporan Tugas Akhir

SINTA LESTARI 12171019



**Universitas Bhakti Kencana
Fakultas Farmasi
Program Strata I Farmasi
Bandung
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

**Review Jurnal : Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb)
Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam Dengan
Metode Spektrofotometri Serapan Atom Dan *Inductively Coupled Plasma Atomic
Emission Spectrometry***

ARTIKEL ILMIAH

Diajukan untuk memenuhi persyaratan kelulusan Sarjana Farmasi

SINTA LESTARI

Bandung, Juni 2021

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



(Anne Yuliantini, M.Si)

NIDN. 0411059101

Pembimbing Serta,



(Apt. Winasih Rachmawati, M.Si)

NIDN. 0412097702

ABSTRAK

**Review Jurnal : Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb)
Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam Dengan
Metode Spektrofotometri Serapan Atom Dan *Inductively Coupled Plasma Atomic
Emission Spectrometry***

Oleh :

SINTA LESTARI

12171019

Timbal dan kadmium merupakan salah satu logam berat yang keberadaannya cukup banyak di alam. Radiasi dan serapan unsur timbal di alam menjadi masalah karena dapat mengkontaminasi sayuran. Kontaminasi oleh senyawa timbal dan kadmium pada sayuran dapat menyebabkan efek yang merugikan bagi kesehatan. Berbagai jenis sampel dari berbagai daerah di Indonesia telah dilakukan analisis kandungan timbal dan *cadmium*. Metode yang banyak digunakan adalah dengan menggunakan instrumen spektroskopi serapan atom. Hasil menunjukkan bahwa sebagian besar sampel yang banyak terkontaminasi oleh timbal dan *cadmium* adalah sayuran yang berasal dari tanah dan perairan karena wilayah perairan tersebut menjadi alternatif untuk pembuangan limbah industri, pertanian, dan rumah tangga. Selanjutnya berdasarkan hasil ulasan terhadap jurnal mengenai unsur tanaman, tanah dan pupuk yang dipaparkan terhadap sayur bayam, sawi hijau dan kangkung, selanjutnya berdasarkan hasil review yang telah dilakukan bahwa sampel sayuran sawi hijau, kangkung, dan bayam yang mengandung *Tb* dan *Cd* memiliki konsentrasi melebihi batas maksimum yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 7387:2009), dalam sayuran yaitu sebesar 0.5 mg/kg. Dan pada logam berat timbal (pb) dan kadmium (cd) 0,2 mg/kg dan dari asupan mingguan yang dapat ditoleransi (PTWI) pada kadmium (Cd) sebesar 0,007 mg/kg.bb. Pemasukan Cd melalui makanan sebesar 10-40 µg/hari, sedikitnya 50% diserap oleh tubuh. Rekomendasi pemasukan Cd menurut gabungan FAO/WHO dengan batas toleransi tiap minggunya adalah 420µg untuk orang dewasa dengan berat badan 60 kg. Pemasukan Cd rata-rata pada tubuh manusia adalah 10-20% dari batas yang telah direkomendasikan.

Kata/Kunci : Timbal, *cadmium*, sayuran kangkung, sawi, bayam

ABSTRACT

**Review Jurnal : Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb)
Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam Dengan
Metode Spektrofotometri Serapan Atom *Dan Inductively Coupled Plasma Atomic
Emission Spectrometry***

By :

SINTA LESTARI 12171019

Lead and cadmium are one of the heavy metals whose existence is abundant in nature. Exposure and absorption of lead elements in nature is a problem because it can contaminate vegetables. Contamination of lead and cadmium in vegetables can cause adverse effects for health. Various types of samples from various regions in Indonesia have been conducted analysis of lead and cadmium content. A widely used method is to use atomic absorption spectroscopy instruments. Results show that most of the samples contaminated by lead and cadmium are vegetables derived from soil and water because they have become alternatives to industrial, agricultural and household waste disposal. Although based on result of the review of the journal about vegetables element, soil, fertilizer are given to the vegetables are the highest is spinach, kale and green mustard. then based on the results reviews that have been carried out that the samples green mustard greens, kale, and spinach containing Lead and cadmium have a concentration exceeding the maximum limit set out in the Indonesian National Standard (SNI 7387:2009), in vegetables namely of 0.5 mg/kg. And the heavy metals lead (pb) and cadmium (cd) 0.2mg/kg and the tolerable weekly intake (PTWI) of 0.007 mg/kg.bb of cadmium (Cd). The intake of Cd through food is 10-40 g/day, or at least 50% is absorbed by the body. Recommendation income Cd according to combined FAO WHO with a tolerance limit/weekly is 420 g for adults with body weight/60 kg. The average Cd intake in the human body is p10-20% of the limit, which has been recommended.

Keywords: Lead, cadmium, kale vegetables, mustard, spinach

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, karena berkat rahmat, hidayah dan inayah-Nya maka artikel ini dapat diselesaikan dengan baik, salam serta sholawat semoga selalu tercurah pada Rasulullah Muhammad SAW.

Artikel ini berjudul **“Review Jurnal : Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Dalam Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, dan Bayam”** disusun oleh penulis oleh penulis untuk memenuhi persyaratan kelulusan program strata-1 (S1) Fakultas, Universitas Bhakti Kencana.

Penulis mengucapkan rasa terimakasih yang sebesar-besarnya atas semua bantuan yang telah diberikan, baik secara langsung maupun tidak langsung selama penyusunan tugas akhir ini hingga selesai, secara khusus rasa terimakasih tersebut penulis sampaikan kepada :

1. Dr. apt. Entris Sutrisno, MH.Kes. selaku Rektor Universitas Bhakti Kencana.
2. Dr. apt. Patonah, M.SI. selaku Dekan Fakultas Farmasi Universitas Universitas Bhakti Kencana.
3. Anne Yuliantini, M.Si., selaku Dosen Pembimbing utama yang dengan ikhlas dan sabar meluangkan waktunya dalam membimbing, mengarahkan dan memotivasi dalam penyusunan artikel ilmiah ini.
4. Apt. Winasih Rachmawati, M.Si., selaku Dosen Pembimbing serta yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama penyusunan artikel ilmiah.
5. Bapak, ibu dosen serta seluruh staff Universitas Bhakti Kencana Fakultas Farmasi atas curahan ilmu pengetahuan dan segala bantuan yang diberikan pada penulis sejak menempuh pendidikan Farmasi melaksanakan pendidikan hingga selesainya artikel ini.
6. Suamiku, ibuku tercinta, ayah, dan keluarga terima kasih telah memberikan doa yang tulus, kasih sayang bantuan materi maupun moril, telah memberikan motivasi, nasihat, semangat dan dukungan selama menempuh pendidikan hingga selesainya penyusunan artikel ini.
7. Teman-teman seperjuangan Program Studi Farmasi, khususnya untuk Ervina Nur Fatin, S.Farm yang sudah banyak membantu dalam hal bertukar pendapat.

Kesempurnaan hanya milik Allah SWT, oleh karna itu penulis menyadari bahwa dalam artikel ini masih banyak kekurangan namun besar harapan penulis artikel ini dapat berhasil ibadah di sisi Allah SWT, dan bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan. Amiin.

DAFTAR ISI

COVER

LEMBAR

PENGESAHAN

ABSTRAK	i
ABSTRACT	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI	v
DAFTAR LAMPIRAN	vi
DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG	vii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian	2
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Sayur	3
2.1.1 Bayam	3
2.1.2 Sawi Hijau (Brassica rapa I. Subsp. Perviridis Bayley).....	4
2.1.3 Kangkung	6
2.2 Logam berat	7
2.2.1 Timbal (Pb)	8
2.2.2 Kadmium (Cd)	8
2.2.3 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan.....	9
2.3 spektrofotometri serapan atom (AAS)	9
2.3.1 prinsip spektrofotometri atom (AAS)	9
2.3.2 Bagian-Bagian Spektrofotometri Atom (AAS).....	10
2.4 Spektroskopi Emisi Atom (AES)	11
2.4.1 Prinsip Spektroskopi Emisi Atom (AES).....	11
2.4.2 Bagian – Bagian Spektroskopi Emisi Atom (AES)	11
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	13
BAB IV. PROSEDUR PENELITIAN	14
BAB V. HASIL ARTIKEL ILMIAH LITERATUR DAN PEMBAHASAN	15
5.1 Hasil Kajian Literatur Review	15
5.2 Pembahasan.....	22

5.2.1 Spektrofotometer Serapan Atom	22
5.2.2 Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry dan Pembahasan	24
BAB VI. KESIMPULAN	26
DAFTAR PUSTAKA	ix

DAFTAR GAMBAR DAN ILUSTRASI

Gambar 2.1 Bayam.....	4
Gambar 2.2 Sawi Hijau	5
Gambar 2.3 Tanaman Daun Kangkung	6
Gambar 4.1 Bagan Alur Literatur <i>Review</i>	14
Gambar 5.1 Hasil Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) pada Sayuran.....	25

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Kandungan Gizi pada Bayam per 100 gram	4
Tabel 2.2 Kandungan Gizi pada Sawi Hijau per 100 gram.....	5
Tabel 2.3 Kandungan Gizi pada Kangkung per 100 gram	7
Tabel 2.4 batas maksimum beberapa cemaran logam berat dalam pangan	9
Tabel 5.1 Kriteria Literatur Review	15
Tabel 5.2 Metode Penelitian Objek Ulasan Jurnal	15
Tabel 5.3 Panjang Gelombang Optimum Untuk Logam Timbal.....	23
Tabel 5.4 Parameter Spektrofotometri Serapan Atom Logam Cd	24
Tabel 5.5 Data Hasil Pengukuran Absorbansi Larutan Standar Kadmium.....	24
Tabel 5.6 Perbandingan Konsentrasi Tb dan Cd dalam kangkung darat dan air	24

DAFTAR SINGKATAN DAN LAMBANG

SINGKATAN	NAMA
BPOM	Badan Pengawas Makanan dan Obat
Cd	Cadmium
Cr	Chromium
Cu	Tembaga
Dirjen	Direktorat Jenderal
Fe	Ferros (zat besi)
G	Gram
ICP – AES	<i>Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry</i>
KKAL	Kalori
PerMen	Peraturan Menteri
pH	Power of Hydrogen (Tingkat Asam Basa Cairan)
Pb	Timbal
Ppm	Parts Per Million
Mg	Miligram
Se	Selenium
SNI	Standar Nasional Indonesia
<i>sp</i>	Species
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
TEL	Timbal Tetra Etil
TML	Timbal Tetra Metil
WHO	<i>World Health Organization</i>
Zn	<i>Zinc</i>

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sebagian besar logam berat sudah menjadi bahan pencemar yang umum terjadi di lingkungan air, tanah dan udara. Logam berat pun menjadi ancaman yang berbahaya terhadap sayuran sehingga terjadi kontaminasi yang berbahaya bila dikonsumsi dan hal tersebut adalah pestisida (Lagu dkk, 2015). Berdasarkan hasil penelitian Tuhumury,dkk (2012) menjelaskan bahwa residu pestisida termasuk kedalam golongan *organoklorin*, *organophosfat*, *karbamat* dan *piretroid* dan biasa ditemukan pada sayuran bayam, kangkung, sawi dan kacang panjang. Kualitas sayuran dipengaruhi oleh lingkungan tempat sayuran tumbuh, terutama pada jenis tanah dan air.penyiraman. Wilayah yang tercemar atau sayuran yang disiram oleh air yang tercemar, mengindikasikan bahwa sayuran tersebut tercemar oleh logam berat berbahaya, kesalahan penanganan sayuran pasca panen serta penggunaan pestisida yang berlebihan dapat menyebabkan sayuran menjadi tidak sehat untuk dikonsumsi. Sisa buangan aktivitas manusia menjadi sumber transportasi pada timbal berserta susunanya di perairan. Secara alamiah tercampurnya limbah tersebut di perairan adalah melalui Pb yang terkristal di udara dengan bantuan air hujan. Selain itu dapat ditemukan juga di badan air oleh proses korosifikasi oleh bantuan mineral dari hempasan gelombang dan angin (Palar, 2012). Perairan laut merupakan tempat bermuaranya saluran sungai, Laut adalah muara terakhir dari berbagai sumber pencemar yang berasal dari aliran sungai maupun laut itu sendiri yang di bawa oleh aliran. Banyak industri maupun limbah rumah tangga yang membuang sisa dari kegiatannya ke badan sungai tanpa dilakukannya pengolahan terlebih dahulu, sehingga yang terjadi limbah tersebut akhirnya akan bermuara di lautan selanjutnya mencemari laut (supriadi, 2016). Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup tentang baku mutu limbah cair PerMen LH No.5 Tahun 2014 menyatakan bahwa batas maksimum untuk logam berat Pb dalam air adalah 0,1 mg/L.

Timbal di udara asap yang dikeluarkan oleh industri-industri yang tidak melakukan filter terhadap cerobong asap sampai knalpot kendaraan bertimbal, ikut menyumbang di udara naik secara drastis, kondisi lingkungan industri, jumlah kendaraan yang bergerak dalam suatu daerah, percepatan mesin dan arah angin mampu mempengaruhi jumlah timbal di udara juga. Timbal pada sedimen tanah mampu berperan dalam proses pengangkutan dan pembersihan lingkungan tercemar dengan bertindak sebagai sistem penyangga, tersedianya permukaan serapan, dan/sebagai pembersih. Proses pengangkutan paling menonjol yang berhubungan dengan tanah dan sedimen adalah penyerapan (adsorpsi) dan pencucian. logam berat pada tanah adalah polutan apabila jumlah konsentrasinya melebihi/batas toleransi tertentu.

Logam berat tersebut akan masuk ke badan perairan dan kemudian mengendap pada bagian sedimen karena 3 tahapan, yaitu curah hujan, adsorpsi dan serapan oleh organisme air. Logam berat pada lingkungan perairan akan diserap oleh partikel lalu diakumulasikan didalam

sedimen. sifat Logam berat adalah menarik dan mengikat partikel lain seperti bahan organik lalu mengendap didasar perairan, lalu menyatu dengan sedimen. Menurut penelitian Connell dan Miller (2006) Su'udiyah (2015) dan Putri (2017) sifat logam berat tersebut menghasilkan konsentrasi logam berat pada sedimen lebih tinggi daripada di perairan. Sifat logam berat yang tidak dapat dihancurkan oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi di lingkungan, menjadi penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya atau polutan. Habitat bagi biota benthik adalah sedimen yang berada didasar perairan dan juga menjadi daerah perangkap logam berat (Munandar et al., 2016 Husna et al., 2017) terutama mengendap didasar perairan memwujudkan senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi (Svavarsson et.al.,2011).

Sayuran merupakan komoditi yang berprospek cerah karena dibutuhkan sehari-hari dan permintaannya cenderung terus meningkat sebagaimana jenis tanaman hortikultura lainnya, kebanyakan tanaman sayuran memiliki nilai komersial yang cukup tinggi. Kenyataan ini dapat dipahami sebab sayuran senantiasa dikonsumsi setiap saat. Sawi hijau, kangkung, dan bayam adalah salah satu sayuran yang digemari oleh masyarakat di berbagai daerah di Indonesia. Sawi hijau, kangkung, dan Bayam termasuk jenis sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia karena yang harganya relative lebih terjangkau serta kandungan didalamnya pun bermanfaat untuk tubuh Tanaman dapat menjadi mediator penyebaran logam berat pada makhluk hidup karena masuknya logam berat pada tumbuhan melalui akar dan mulut daun (stomata) yang selanjutnya akan masuk ke dalam siklus rantai makanan. Sayur merupakan sebutan umum bagi bahan pangan asal tumbuhan yang biasanya mengandung kadar air tinggi dan dikonsumsi dalam keadaan segar, pakan yang baik bagi manusia maupun hewan. asap kendaraan menyebabkan perpindahan logam yang kontaminasi didalamnya seperti timbal, kadmium, kromium dan seng masuk ke dalam tubuh makhluk hidup lainnya. (Erdayanti, 1 dkk, 2015). Dari sekian logam berat yang ada, logam berat timbal dan kadmium penting hubungannya dengan kontaminasi rantai makanan karena dapat diartikan sebagai logam yang beracun (*toxic metal*). Dikarenakan sifatnya yang beracun maka logam yang termasuk dalam golongan ini memberikan efek yang negatif bagi kesehatan manusia. (Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya BPOM RI, 2010, Shahryar, A. et.al, 2011). Berdasarkan uraian diatas dapat dilihat bahwa penelitian mengenai akumulasi logam berat dalam sayuran penting untuk dilakukan.

Di Indonesia kadar logam berat yang cukup tinggi pada sayuran harus menjadi perhatian serius oleh semua pihak, terutama sayuran yang ditanam yang sangat dekat jalan raya. menurut penelitian terhadap sayuran sawi, diketahui bahwa kandungan logam berat Pb mencapai 28,78 ppm. Jumlah sangat tinggi dibandingkan dengan kandungan logam berat pada sayuran yang ditanam di wilayah yang jauh dari jalan raya ($\pm 0-2$ ppm), padahal batas minimal aman menurut Ditjen POM (2017) hanya 2ppm. Sehingga penentuan kandungan logam berat perludilakukan dengan meneliti jumlah kandungan logam berat pada sayuran dengan menggunakan analisis

metode spektrofotometri serapan atom (SSA), ICP- AES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang permasalahan di atas, maka terbentuk rumusan masalah penelitian seperti berikut:

- a. Berapa jumlah kadar berat logam Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada sayuran sawi hijau, kangkung, dan bayam ?
- b. Metode apa saja yang mampu digunakan untuk menganalisis logam berat ?

1.3 Tujuan dan Manfaat Penelitian

- a. Menentukan dan membandingkan penggunaan metode spektrofotometri serapan atom (SSA) dan ICP - AES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*).
- b. Penentuan logam berat pada Timbal (pb) dan Kadmium (cd) pada sayuran sawi hijau, kangkung dan bayam.
- c. Mendapatkan informasi mengenai kadar kandungan logam berat pada sayuran

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sayur

Sayur merupakan makanan yang menjadi momok bagi seseorang yang tidak menyukainya terutama bagi anak-anak. Sayur sangat dibutuhkan oleh tubuh karena didalam kandungan sayur mengandung banyak sumber vitamin dan mineral yang sangat dibutuhkan dalam proses pertumbuhan seorang anak (Mohammad & Madaniyah, 2015). Kondisi anak usia sekolah lebih menyukai makan makanan yang hanya ia sukai atau makanan favoritnya yang tidak sesuai dengan kebutuhan tubuhnya. Sehingga sangat perlu peran orang tua terhadap seorang anak karena orang tua merupakan pihak yang sangat mempengaruhi proses pertumbuhan anak. Dukungan dari orang tua mempengaruhi tingkat kualitas makan anak, jika tidak diberikan mengakibatkan anak tidak suka, tidak terbiasa atau menjadi anti terhadap sayur tersebut.

Sayur merupakan makanan memiliki banyak keutamaan yang diperlukan oleh tubuh dalam proses pertumbuhan. Kandungan serat pada sayur yang bermanfaat memperlancar proses defekasi (BAB) bagi tubuh sehingga terjadi proses metabolisme tercerna dengan lancar. Warna sayuran memang tidak menarik khususnya bagi anak-anak yang memang tidak suka mengonsumsi makanan berupa sayuran. Namun dengan berbagai warna sayur yang tidak menarik perhatian tersebut menandakan bahwa sayur banyak mengandung vitamin yang berguna dalam pembentukan jaringan tubuh dan memperkuat fungsi organ (Nurjanah & Ihsan, 2013).

Menurut Dirjen Hortikultura 2015 menerangkan bahwa sayuran merupakan tanaman budidaya yang terdiri dari tanaman sayuran buah, daun dan umbi. Sayur-sayuran dapat dibedakan atas: daun (kangkung, katuk, sawi, bayam, dll), bunga (brokoli, kembang turi, kembang kol, dll), buah (paprika, labu, cabe, ketimun, terong, tomat, dll), biji muda (jagung muda, kapri muda, semi/baby corn, kacang panjang, buncis, dll), batang muda (asparagus, jamur, rebung, dll), akar (bit, wortel, lobak, dll), serta sayuran umbi (bawang merah, kentang, singkong, dll).

2.1.1 Bayam (*Amaranthus*)

Bayam merupakan tanaman yang mudah tumbuh di Indonesia. Bayam termasuk kedalam sayuran *family Amaranthacea* yang memiliki berbagai macam spesies dan tumbuhan di seluruh dunia. Salah satu jenis bayam di daerah tropis seperti Asia dan Afrika termasuk Indonesia adalah *Amernthus Tricolor L.* bayam jenis ini dapat dikelompokkan menjadi dua macam yaitu *Red Amaranth* dan *Green Amaranth* (Handaker et al.,2010). *Amaranthus Tricolor L.*

Merupakan jenis bayam yang memiliki kandungan *betalain* tinggi dan cocok untuk diaplikasikan sebagai pewarna makanan (Call et al.,2005).

Bayam sangat kaya dengan nutrisi, contohnya adalah zat besi yang sangat diperlukan untuk merangsang-terbentuknya sel darah merah. mengkonsumsi-sayur-bayam sama dengan melindungi diri-dari gejala-penyakit anemia atau kurang-darah yang mengakibatkan tubuh menjadi lemas/loyo. Sayur bayam juga sangat baik untuk ginjal dan organ pencernaan lainnya, karena mengandung seratnya yang cukup tinggi sehingga mampu mengatasi sembelit dan melancarkan/buang air besar defekasi. Kandungan nutrisi yang terkandung pada bayam mampu menurunkan kolesterol,gula darah, menurunkan tekanan darah yang berlebihan dan melancarkan peredaran darah. Bagi ibu yang1baru1melahirkan dianjurkan makan bayam,1bayam dapat membersihkan sisa darah kotor (darah1nifas) (Suyanti, 2008).

Tanaman bayam dapat tumbuh di dataran tinggi maupun rendah, tanaman/bayam yang terdiri dari beberapa jenis dan varietas, baik yang telah dibudidayakan maupun yang masih berupa tanaman liar yang diantaranya memiliki perbedaan satu sama lain, di Indonesia mengenal dua jenis bayam budidaya yaitu yang memiliki nama *Amaranthus Tricolor* dan *Amaranthus hybridus*. *Amaranthus Hybridus* disebut sebagai bayam tahun, bayam kakap, bayam batok dan bayam tutus yang ditanam sebagai bayam petik. *Species* yang *Tricolor* sering disebut juga bayam cabut, yang terdiri dari dua varietas yaitu bayam daun merah dan hijau. Kandungan gizi yang terdapat dalam sayur bayam terdiri dari karbohidrat, vitamin, protein dan mineral. Kandungan mineral dari bayam yang cukup tinggi terutama dalam zat besi atau Fe yang dapat digunakan mencegah kelelahan akibat anemia (Suyanti, 2008).



Gambar 2.1 Bayam (*Amaranthus* sp) (Suyanti, 2008).

Kandunganibesi pada bayam relatif lebih tinggi dari pada sayuran daun lain (zat besi adalah zat penyusun *sitokrom* protein yang terlibat dalam fotosintesis) sehingga dapat berguna bagi penderita anemia. Ditempat asalnya, sayur bayam dapat dimanfaatkan bijinya. (bayam biji) sebagai sumber karbohidrat. Daun bayam memiliki kandungan klorofil yang1tinggi, sehingga laju fotosintesisnya juga1tinggi. Selain mengandung serat, dalam bayam juga.kaya betakaroten. 1 gelas bayam yang telah dipetik dapat memenuhi 70% kebutuhan

betakaroten/hari. *Betakaroten* atau vitamin A, lalu ditambah dengan kandungan vitamin C membuat bayam bersifat antioksidan yang baik. Bayam juga mengandung zat besi, asam folat, dan 1 seng. Dalam 100gr bayam mengandung energi sebesar 36 kkal, serat 0,8gram, protein 3,5 gram, kalsium 276 mg, karbohidrat 6,5gram, fosfor 67mg, zat besi 3,9 mg, vitamin A 6090 IU, vitamin B1 0,080 mg, dan vitamin C sebesar 80mg. Berikut Komposisi Kimia dalam 100 gram.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi pada Bayam per 100 gram

Kandungan Gizi	Kadar
Energy (kkal)	36
Protein (g)	3,5
Serat/ fiber (g)	0,8
Karbohidrat (g)	6,5
Kalsium (mg)	276
Fosfor (mg)	67
Zat Besi (mg)	3,9
Vitamin A (IU)	6090
Vitamin B1 (mg)	0,080
Vitamin C (mg)	80

Sumber : Publikasi kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2015).

2.1.2 Sawi Hijau (*Brassica rapa I. Subsp. Perviridis Bayley*).

Sawi hijau merupakan *family* sawi-sawian (*Brassicaceae*) adalah jenis sayuran yang populer. Sawi Hijau dikenal sebagai *caisin* atau sawi bakso, sayuran yang mudah dikembangbiakan dan dapat dikonsumsi secara langsung (segar) atau diolah menjadi lalapan, asinan, dan berbagai masakan lainnya. Sawi hijau umumnya dapat dikonsumsi dalam bentuk olahan karena sawi mentah memiliki rasa pahit karena ada kandungan *alkaloid carpaine* (Margiyanto, 2007).

Tanaman sawi mampu bertahan terhadap curah hujan tinggi, sehingga dapat ditumbuhkan dan dikembangbiakkan sepanjang tahun. Di musim kemarau hanya cukup melaksanakan penyiraman secara teratur, lalu sayuran sawi cocok bila ditanam di akhir musim hujan. tanaman sawi hijau cocok ditanam diketinggian 5m hingga 1.200m diatas permukaan laut. (dpl) Namun tanaman sawi bisa dibudidayakan di daerah dengan ketinggian 100m sampai 500m diatas permukaan laut. Umur panen tanaman sawi paling lama 40 hari, dan paling pendek 30 hari dan terlebih dahulu melihat fisik tanaman seperti warna, bentuk, dan ukuran daun. Cara panen ada dua macam yaitu mencabut seluruh tanaman beserta akar dan dengan

memotong bagian pangkal batang yang terdapat diatas tanah menggunakan pisau tajam (Margiyanto, 2007).

Klasifikasi tanaman sawi hijau dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kingdom	:	<i>Plantae</i> (Tumbuhan);
Divisi	:	<i>Spermatophyta</i>
Subdivisi	:	<i>Angiospermae</i>
Kelas	:	<i>Dicotyledone</i>
Ordo	:	<i>Rhoeadales</i> (<i>Brassicales</i>)
Famili	:	<i>Cruciferae</i> (<i>Brassicaceae</i>)
Genus	:	<i>Brassica</i>
Spesies	:	<i>Brassica rapa I. Subsp. Perviridis</i> Bayley (Margiyanto, 2007).



Gambar 2.2 Sawi Hijau Sumber, Anonim (2012)

Sayuran sawi hijau sebagai bahan makanan yang mengandung zat gizi yang lengkap sehingga bila dikonsumsi akan sangat baik untuk mempertahankan kondisi kesehatan tubuh. Tanaman sawi hijau adalah sayuran yang bermanfaat untuk membantu mencegah dari terserangnya penyakit kanker, hal ini disebabkan karena sawi hijau mengandung senyawa fitokimia khususnya *glukosinolat* yang tinggi. Dengan rutin mengkonsumsi sawi hijau mampu menurunkan resiko mengidap kanker prostat. Kandungan gizi yang terdapat pada sawi hijau (*Brassica rapa I. Subsp.*). Kandungan gizi-sawi hijau setiap 100gr :

Tabel 2.2 Kandungan Gizi Sawi Hijau per 100 gram

No	Komposisi	Jumlah
1	Protein (g)	2,3
2	Lemak (g)	0,4
3	Energi (kal)	22,0
4	Serat (g)	0,7
5	Air (H ₂ O) (g)	92,2
6	Natrium (Na) (mg)	20,0

7	Karbohidrat (g)	4,0
8	Kalsium (mg)	220
9	Fosfor (mg)	38,0
10	Besi (mg)	2,9
11	Vitamin A (mg)	1,940,0
12	Vitamin B (mg)	0,09
13	Vitamin C (mg)	102

Sumber : Direktorat Gizi, Departemen Kesehatan RI (2012).

2.1.3 Kangkung (*Ipomoea aquatica*)

Kangkung dengan nama ilmiah *Ipomoea Reptans* merupakan tanaman tahunan yang dapat dibudidayakan di daerah tropis hingga subtropis. Tanaman ini termasuk dalam *family Convolvulaceae* atau kangkung dengan batang bergetah dan berlubang didalamnya. Spesies dari tanaman sejenis ini merupakan jenis *Ipomeae* batas atau ubi jalar. Kangkung dikenal baik oleh masyarakat indonesia sebagai sayuran hijau yang memiliki kandungan vitamin mineraliyang cukup tinggi dengan harga murah dan mudah didapat serta pembudidayaannya juga tergolong mudah. Kondisi tersebut mendukung pengembangan sebagai komoditas sayuran hortikultura yang sangat potensial untuk dikembangkan (Alpian, Arham.2013).

Tanaman kangkung adalah jenis tanaman hijau yang memiliki akar, batang, daun bunga, buah dan biji. Kangkung memiliki perakaran tunggang dengan banyak akar samping. Akar tunggang tumbuh dari batangnya yang berongga dan berbuku-buku. Daun kangkung berbentuk daun tunggal dengan bagian ujung runcing maupun tumpul yang mirip dengan bentuk jantung hati, berwarna hijau gelap atau berwarna hijau keputihan dengan semburat ungu dibagian tengah. Bunganya berbentuk seperti terompet berwarna putih ada juga yang berwarna putih keungu-an. Bagian buah sayuran kangkung berbentuk seperti telur didalam bentuk ini warnanya coklat kehitaman, tiap-tiap buah terdiri dari tiga butir biji. Yang kemudian dimanfaatkan sebagai bibit tanaman. Jenis dari kangkung ini terdiri dari dua jenis yaitu kangkung air dan kangkung darat. Namun jenis tanaman yang umum dibudidayakan oleh masyarakat kita merupakan tanaman kangkung darat atau yang biasanya dikenal dengan kangkung cabut. (Alpian,Arham.2013).



Gambar 2.3 tanaman daun kangkung, (Alpian, Arham.2013).

Sayuran kangkung darat diklasifikasikan sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> ; (berpembuluh) Superdivisio
	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji) Divisio
	: <i>Magnoliophyta</i> (berbunga)
Kelas	: <i>Dicotyledone</i> (berkeping dua/dikotil)
Sub kelas	: <i>Asteridae</i>
Ordo	: <i>Solanales</i>
Familia	: <i>Convolvulaceae</i> (suku kangkung-kangkungan)
Genus	: <i>Ipomea</i>
Spesies	: <i>Ipomea reptans Poir</i>

Sumber (Suratman, 2000).

Tabel 2.3 Kandungan gizi daun tanaman kangkung per 100gram.

Zat gizi	Jumlah
Energi (kal)	29
Protein (g)	3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	5,4
Serat (g)	1,0
Kalsium (mg)	73
Fosfor (mg)	50
Zat besi (mg)	2,5
Vit A (SI)	6300
Vit B1 (mg)	0,07
Vit C (mg)	32
Klorofil (mg/l)	25
Air (g)	89,7

(Harjana, Dadan 2014).

2.2 Logam berat

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 g/cm³, yang terletak dibagian sudut kanan bawah sistem periodik, memiliki afinitas tinggi terhadap unsur S dan biasanya bernomor atom 22 sampai 92 dari periode 4 sampai 7. Timbal, tembaga, dan *Kadmium*, terikat kepada sel-sel membran sehingga menghambat proses tranformasi yang melalui dinding sel. Logam berat juga dapat mengendapkan senyawa fosfat

biologis atau mengkatalis penguraiannya. Logam berat termasuk golongan dengan kriteria yang sama dengan logam lain. Perbedaannya terletak pada pengaruh yang dihasilkan bila logam berat ini berikatan atau masuk kedalam tubuh organisme hidup. Dikatakan bahwa semua organ berat dapat menjadi bahan beracun bagi tubuh makhluk hidup. Sebagai contoh adalah logam air raksa (Hg), *kadmium* (Cd), timbal (Pb), krom (Cr). Namun demikian semua logam berat dapat mengakibatkan efek kesehatan apabila masuk dalam tubuh organisme hidup (Darmono, 2001).

Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat dikulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Logam berat terdiri atas dua kelompok yaitu logam berat yang sangat beracun (toksik) seperti: Arsen (As), merkuri (Hg), timbal (Pb), *cadmium* (Cd) dan *chromium* Cr) dan logam esensial yang juga dapat menjadi racun bila dikonsumsi secara berlebihan, antara lain: tembaga (Cu), besi (Fe), zing (Zn), selenium (Se) (Darmono, 2001).

Menurut Vouk (1986) terdapat 80 jenis dari 109 unsur kimia di muka bumi ini yang telah teridentifikasi sebagai logam berat. Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibedakan menjadi logam berat esensial dan logam berat non esensial (BPOM, 2010).

1. Logam Berat esensial

Dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun, sebagai contoh antara lain Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se.

2. Logam Berat Non esensial

Merupakan logam yang beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam tubuh belum diketahui manfaatnya, sebagai contoh antara lain; Hg, Cd, Pb, Sn, Cr(VI) dan;As. Logam berat ini dapat menimbulkan efek) yang merugikan kesehatan manusia sehingga sering disebut sebagai logam beracun. Senyawa ini tidak dapat rusak di alam dan tidak berubah menjadi bentuk lain. (BPOM, 2010).

Terdapat Beberapa jenis logam berat yang ditemukan ternyata hanya beberapa logam yang sangat berbahaya dalam jumlah kecil yang dapat menyebabkan keracunan fatal. Menurut (Gossel dan Bricker, 2005) yang dikutip terdapat 5 logam yang berbahaya bagi kehidupan manusia yaitu : arsen (As), kadmium (Cd), timbal (Pb), merkuri (Hg), dan besi (Fe). Selain itu ada 3 logam yang kurang beracun, yaitu tembaga (Cu), *selenium* (Se) dan seng (Zn). Logam-logam berat tersebut diketahui dapat menggumpal dalam tubuh suatu organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dalam jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi. Pencemaran lingkungan oleh timbal (Pb) kebanyakan berasal dari aktifitas manusia yang mengekstraksi dan mengeksploitasi logam tersebut. Timbal digunakan untuk berbagai kegunaan terutama sebagai bahan perpipaan, bahan aditif untuk bensin, baterai, pigmen dan amunisi. Sumber potensial pajanan timbal dapat bervariasi di berbagai lokasi.

Keracunan akibat kontaminasi logam Pb dapat menimbulkan berbagai macam diantaranya yaitu :

1. Meningkatkan kadar ALAD dalam darah dan urine.
2. Meningkatkan kadar *protoporphin* dalam sel darah merah.
3. Memperpendek umur sel darah merah
4. Menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar sel-sel darah merah yang masih muda.
5. Meningkatkan kandungan logam Fe dalam plasma darah.

2.2.1 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan logam yang beracun yang dapat memaparkan dan menempel dalam organ tubuh manusia dan hewan. akibat dari pengaruh racun tersebut adalah dengan menghancurkan jaringan tubuh yang serius, otak, fatal pada anemia dan ginjal. Timbal (Pb) merupakan logam berat berwarna biru kelabu dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C . saat suhu $550\text{--}600^{\circ}\text{C}$, timbal menguap dan bereaksi dengan oksigen dalam udara membentuk timbal dioksida. Bentuk oksida yang paling umum adalah senyawa orano metalik dan timbal kelas II. Bentuk utamanya merupakan timbal tetra etil (TEL), timbal tetra metil (TML) dan timbal *stearat*. Logam berat Pb dapat beracun pada tubuh manusia baik secara akut maupun kronis. Pengaruh toksisitas kronis paling sering dijumpai pada pekerja di pertambangan dan pabrik pemurnian logam. Senyawa Pb organik memiliki senyawa racun yang lebih kuat dibandingkan dengan senyawa Pb anorganik. Senyawa Pb mampu masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pencernaan, saluran pernafasan, kontak langsung dengan kulit maupun makanan. Masuknya partikel Pb di dalam tubuh yang berasal dari pernapasan merupakan saluran masuk ke tubuh paling dominan. Keracunan Pb yang akut dapat menimbulkan gangguan fisiologis dan efek keracunan yang kronis pada anak yang sedang mengalami tumbuh kembang dan akan menyebabkan gangguan fisik dan mental. Pb merupakan logam lunak yang berwarna kebiru-biruan atau abu-abu berlapis perak dengan nilai titik leleh pada $327,5^{\circ}\text{C}$ dan titik didih 1.740°C pada tekanan atmosfer. Pb memiliki nomor atom terbesar dari seluruh unsur yang stabil pada tabel periodik, yaitu 82. Penggunaan Pb untuk proses pembuatan makanan kaleng sudah banyak berkurang, namun sumber toksisitas terhadap anak selama 2 tahun per Januari 2001 ialah 45% yang berasal dari makanan yang terkontaminasi, 45% dari debu, dari benda yang dijilat atau dimakan 8% dan 1% dari udara. Menurut Vettorazzi yang dikutip Darmono (2001).

2.2.2 Kadmium (Cd)

Logam Kadmium (Cd) bernomor atom 48 dan massa atom 112,41 termasuk dalam logam transisi pada periode V. Logam Cd juga dikenal sebagai unsur *chalcophile*, cenderung ditemukan dalam deposit *sulfide* (Manahan, 2001). Kemelimpahan Cd pada kerak bumi merupakan 0,13g/g.bb. Pada lingkungan akuatik, Cd relatif bersifat mudah berpindah. Cd

memasuki lingkungan akuatik khususnya deposisi efluen dan atmosferik pabrik yang menggunakan logam tersebut dalam proses kerjanya. Pada umumnya Cd hadir berwujud ion yang terhidrasi, garam-garam klorida, atau dengan ligan anorganik kompleks atau membentuk kompleks dengan ligan organik (Weiner, 2008).

Logam Cd terdapat juga dalam tanah secara alami dengan kandungan rata-rata yang rendah yaitu 0,4 mg Cd/kg tanah. Tanah yang bebas polusi memiliki kandungan Cd sebesar 0,06 – 1,1 mg/kg. Peningkatan kandungan Cd diperoleh juga dari polusi yang berasal dari pupuk fosfat dan asap kendaraan bermotor yang terkumpul di sedimen tanah. Ion logam berat (Cd^{2+}) merupakan bentuk zat yang mudah terserap oleh tanaman, diantara unsur mineral penting yang diperlukan tanaman. Pada umumnya tanaman menyerap hanya sedikit (1-5%) larutan Cd yang ditambahkan ke dalam tanah. Akumulasi dalam jangka waktu yang lama dapat meningkatkan kandungan Cd dalam tanah dan tanaman yang sedang tumbuh. Sayuran mengakumulasi Cd lebih banyak dibandingkan tanaman pangan yang lain (Charlena, 2004). Senyerapan Cd oleh tanah yang ditumbuhi tanaman mempengaruhi jumlah pemasukan Cd dalam tanah, kandungan Zn, pH tanah, kultivar dan jenis tanaman. Penyerapan Cd akan tinggi pada pH rendah dan menurun pada pH tinggi. Kandungan seng (Zn) yang tinggi dapat mengurangi penyerapan Cd. Jika Cd telah memasuki rantai makanan, maka pada akhirnya akan terakumulasi pada konsumen tingkat tinggi yaitu hewan dan manusia. Kadmium sangat berbahaya bagi kesehatan karena pengaruh racun akut yang sangat buruk dari unsur tersebut bagi kesehatan dan merusak system saraf dan system ginjal manusia. Di antara penderita yang keracunan kadmium mengalami tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan *testicular*, dan kerusakan sel-sel jaringan darah merah (Subowo dkk., 1999).

Pengaruh Cd terhadap tumbuhan adalah dapat membuat tumbuhan menjadi klorosis dan nekrosis bahkan bisa membuat mati tumbuhan tersebut yang keracunan logam Cd (Sun dkk., 2009). Logam Cd juga juga mempengaruhi proses fotosintesis sehingga dapat membawa dampak buruk terhadap pertumbuhan dari tumbuhan tersebut (Olivares, 2003). Gejala keracunan lain yang ditunjukkan oleh tumbuhan tersebut adalah dengan tanaman yang terlihat tidak sehat, layu, akar menghitam, dan daun menguning (Astrini dkk., 2014).

2.2.3 Batas Toleransi Terbesar Cemaran Logam Berat dalam Pangan

Pangan merupakan sesuatu yang berasal dari sumber hayati dan air, baik yang tidak diolah maupun yang sudah diolah, dan kemudian diperuntukkan sebagai asupan yang dikonsumsi manusia, termasuk bahan baku pangan, tambahan pangan, dan bahan lain yang digunakan selama proses penyiapan, pembuatan atau pengolahan makanan atau minuman. Pangan yang tercemar memiliki kandungan bahan berbahaya, beracun dan dapat merugikan kesehatan yang mengkonsumsinya. Pangan yang mengandung cemaran yang melebihi toleransi maksimal yang diproses oleh produksi pangan adalah dilarang (SNI, 2009).

Tabel 2.4 menunjukkan batas maksimum beberapa cemaran logam berat dalam pangan.

Logam berat	Kategori pangan	Batas maksimum
Pb	Buah dan sayur termasuk (jamur, umbi)	0,2 mg/kg
Cd	Kacang termasuk (kacang kedelai, lidah buaya)	0,1 mg/kg
Cr	Rumput laut, biji-bijian	0,1 mg/kg

Sumber : Standar Nasional Indonesia (2009)

2.3 spektrofotometri serapan atom (SSA)

2.3.1 prinsip spektrofotometri atom (SSA)

Spektrofotometri memiliki prinsip kerja bila terjadi kondisi interaksi antara energi dan materi. Senyerapan energi oleh atom mengalami transisi elektronik dari keadaan dasar menjadi tereksitasi. Dalam metode tersebut, proses analisa didasarkan pada pengukuran jumlah intensitas sinar yang diserap oleh atom sehingga terjadi proses eksitasi. selanjutnya proses terjadinya absorpsi atom dibutuhkan oleh sumber radiasi monokromatik dan alat untuk menguapkan sampel yang hasilnya adalah atom dalam keadaan dasar dari unsur yang diinginkan. Metode analisis ini tepat untuk analisis analit khususnya bagi unsur logam-logam berkonsentrasi rendah (Wiryawan A, 2007).

2.3.2 Bagian – Bagian Spektrofotometri Atom (AAS)

A. Lampu Katoda

Lampu katoda adalah sumber cahaya bagi AAS. Lampu katoda memiliki umur atau masa pakai selama 1000jam. Lampu katoda pada setiap unsur uji berbeda sesuai dengan unsur yang diuji, seperti lampu katoda Cu hanya digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Sehingga lampu katoda terbagi menjadi dua jenis, yaitu :

Lampu Katoda Monologam : Dapat mengukur 1 unsur

Lampu Katoda Multilogam : Dapat mengukur beberapa logam sekaligus, namun dengan harga yang lebih mahal (Wiryawan A, 2007).

B. Tabung Gas

Bagian tabung gas pada AAS menggunakan gas asetilen. Suhu gas asetilen pada AAS berkisar $\pm 20.000\text{K}$, dan ada juga berisi kandungan gas N_2O yang lebih panas dari gas asetilen, dengan kisaran suhu $\pm 30.000\text{K}$. Regulator tabung gas asetilen berfungsi untuk mengatur jumlah gas yang keluar dan isi gas yang berada didalam tabung. *Compressor meter* pada bagian kanan regulator merupakan alat ukur tekanan yang berada didalam tabung (Wiryawan A, 2007).

C. Ducting

Ducting merupakan bagian cerobong asap untuk membuang asap atau sisa pembakaran pada AAS, yang langsung dihubungkan pada cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh AAS, asap tersebut tidak berbahaya bagi lingkungan. Asap hasil pembakaran AAS, diolah didalam *ducting*, sehingga polusi yang dihasilkan tidak berbahaya (Wiryawan A, 2007).

D. Kompresor

Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit, karena alat ini berfungsi untuk mensuplai kebutuhan udara yang akan digunakan oleh AAS, pada waktu pembakaran atom. Kompresor memiliki 3 tombol pengatur tekanan, dimana setiap bagian kotak hitam merupakan *switch button*, pada bagian tengah (*spedo*) berfungsi sebagai pengatur tekanan gas (udara), lalu tombol yang terakhir sebelah kanan alat merupakan tombol pengaturan jumlah udara yang akan disemprotkan ke *burner*. Pada bagian belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara hasil penggunaan AAS (Wiryawan A, 2007).

E. Burner

Burner merupakan bagian terpenting dalam *main unit*, karena *burner* berfungsi sebagai tempat bercampurnya gas asetilen, dan *aquabides*, agar dapat tercampur secara merata, dan terbakar oleh pemantik api secara baik dan merata. Lobang yang pada *burner*, merupakan lobang pemantik api, dimana lobang tersebut menjadi awal dari proses pengatomisasi nyala api (Wiryawan A, 2007).

F. Buangan pada AAS

Buangan pada AAS disimpan didalam tabung dan terletak secara terpisah pada AAS. Buangan tersebut terhubung dengan selang buangan yang dibuat melingkar sedemikian rupa, agar sisa buangan sebelumnya tidak naik lagi ke atas, karena bila hal ini terjadi dapat mematikan proses pengatomisasian nyala api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat buruk (Wiryawan A, 2007).

G. Monokromator

Berfungsi mengisolasi salah satu garis radiasi atau resonansi dari sekian spectrum yang dihasilkan dari lampu pilar katoda berongga atau merubah sinar polikromatis menjadi sinar monokromatis sesuai kebutuhan pengukuran (Wiryawan A, 2007).

H. Detektor

Dikenal dua macam detektor, yaitu detektor foton dan detektor panas. Detektor panas dipakai untuk mengukur radiasi inframerah termasuk bolometer dan *thermocouple*. Detektor berfungsi untuk mengukur jumlah intensitas radiasi yang diteruskan kemudian diubah menjadi energi listrik oleh *photomultiplier*. Hasil pengukuran detektor kemudian dikuatkan dan dicatat berupa *printer* dan *pengamat* angka (Wiryawan A, 2007).

2.4 Spektroskopi Emisi Atom (AES)

2.4.1 Prinsip Spektroskopi Emisi Atom (AES)

Merupakan metode analisis kimia yang menggunakan intensitas cahaya yang teradiasi dari plasma, atau percikan pada panjang gelombang tertentu untuk menentukan jumlah unsur dalam sampel. Panjang gelombang dari garis spektral atom mengidentifikasi elemen sedangkan untuk intensitas cahaya yang diradiasikan sebanding dengan jumlah atom unsur. Prinsip dari AES ini menyerap cahaya dengan atom bebas. AES adalah instrumen yang, bertujuan untuk mengolah data konsentrasi logam dalam larutan. Penguapan zat suatu larutan, dan dipecah menjadi fragmentasi atom menjadi nyala atau plasma.

Spektrum emisi dari elemen terkena seperti sumber energi terdiri dari kumpulan panjang gelombang emisi yang diijinkan, biasanya dinamakan dengan garis emisi, karena sifat diskrit dari panjang gelombang dipancarkan. Spektrum emisi ini dapat digunakan sebagai karakteristik yang unik untuk identifikasi kualitatif elemen. Atom emisi dengan menggunakan busur listrik telah banyak digunakan dalam teknik analisis. Emission kualitatif juga mampu digunakan untuk menentukan berapa banyak elemen hadir dalam sampel. Untuk analisis - kuantitatif, intensitas cahaya yang dipancarkan pada panjang gelombang elemen yang akan ditentukan diukur. Intensitas emisi pada panjang gelombang ini akan lebih besar sebagai nomor atom dari unsur analit meningkat. Teknik fotometri nyala api merupakan sebuah aplikasi dari emisi atom untuk analisis kuantitatif (Widdi Usada, 2009).

2.4.2 Bagian – Bagian Spektroskopi Emisi Atom (AES)

A. Spark Stand Spark stand

Bagian dimana Sampel dan elektroda yang biasanya terbuat dari logam wolfram dialiri arus yang dibangkitkan oleh suatu unit pembangkit tegangan tinggi (*High Voltage Discharge*) sehingga akan timbul *spark* atau *Arc*. Proses *spark* ini dapat menyebabkan molekul-molekul dari *sample* akan teratomisasi dan kemudian tereksitasi. Beberapa sumber energi yang digunakan dalam proses pembangkitkan *spark* atau *Ark*. Contohnya plasma yang dihasilkan oleh RF Generator dan hal terpenting adalah bahwa Sumber dari pembangkit tersebut mampu mengeksitasikan atom-atom yang ada dalam sampel (Widdi Usada, 2009).

B. Concave Diffraction Grating

Concave Diffraction Grating adalah suatu alat untuk mendispersikan *spectrum* polikromatis menjadi *spectrum monokromatis*. Alat ini merupakan sebuah lempengan cekung yang pada lapisan permukaan dan kemudian diberikan alur-alur (*grooves*) yang sejajar sejumlah sekitar 1200 – 3000 *groove/ mm* (Widdi Usada, 2009).

C. Exit Slit (Celah keluar)

Setelah cahaya polikromatis menjadi sinar monokromatis oleh grating dalam proses dispersi, selanjutnya cahaya tersebut keluar melalui celah masuk (Entrance slit atau secondary optic) (Widdi Usada, 2009).

D. Detektor

Ada 3 macam *detector* yang memiliki perbedaan dalam rentang×panjang gelombangnya, respon, kecepatan, sensitivitas dll. Detektor tersebut digunakan untuk merubah energi yang dipancarkan menjadi sinyal listrik yang selanjutnya diproses oleh sebuah amplifier sehingga dapat diinterpretasikan lebih lanjut (Widdi Usada, 2009).

Ketiga detector tersebut diantaranya :

a. Photocell :

berfungsi merubah energi sinar menjadi sinyal listrik yang berbanding lurus dengan intensitasnya. wilayah kerja detector ini berada pada daerah sinar tampak (380 – 780 nm). Dengan bentuk keping logam yang dilapisi dengan unsur Selenium yang peka terhadap sinar. Sinar yang menyentuh lapisan tersebut mengakibatkan elektron terlepas dan terjadi perbedaan muatan yang diukur besar nilainya berdasarkan microammeter, detektor ini kurang sensitive dan responnya yang lambat (Widdi Usada, 2009).

b. Phototube

Konstruksi bagian detektor ini merupakan tabung vakum yang terbuat dari bagian kuarsa, bagian yang berisi katoda logam (*Photocathode*) $\frac{1}{2}$ silinder dengan permukaannya yang dilapisi oksida logam yang mudah melepaskan elektron bila dikenai sinar, kemudian sebagai anoda merupakan sebuah kawat berlubang (*wire mesh*). Antara Katoda dan Anoda dipasang selisih tegangan dan apabila sebuah sinar masuk melalui jendela kuarsa yang kemudian jatuh ke permukaan Katoda, energi sinar kemudian diserap oleh lapisan oksida logam dan lapisan elektron akan terlempar dan berkumpul pada Anoda, sehingga isi tabung foton menimbulkan arus listrik. *Detector* tersebut mampu membaca sinar yang tampak dan sinar ultra violet (UV) dengan panjang gelombang 190–650nm dan 600–1000nm. sehingga bila pengujian di daerah dengan panjang gelombang dari 190 sampai 1000 nm diperlukan lebih dari satu detector (Widdi Usada, 2009).

c. *Photomultipliers*

PMT atau Tabung Penggandaan Foton terdiri dari tabung kaca hampa udara yang sebagian dindingnya terbuat dari kuarsa, bagian dalam terdiri dari Katoda yang permukaannya dilapisi suatu bahan yang akan mengeluarkan *electron* bila dikenai sinar. Selanjutnya sejumlah elektroda yaitu *Dynode* yang diberi tegangan listrik dan yang dapat mengeluarkan elektron bila permukaannya dikenai berkas elektron yang dipercepat, rangkaian listrik yang meliputi katoda, sumber arus 900 Volt dan pembagi tegangan untuk 9 *dynode* (masing-masing 90 Volt) , tahanan, penguat arus (*amplifier*) dan pencatat (*recorder*). Apabila berkas sinar dengan intensitas P (dari sumber cahaya *spark*) jatuh pada permukaan katoda maka lapisan yang melapisi katoda akan melepaskan electron. Berkas elektron ini akan bergerak dengan percepatan ke permukaan *dynode* 1 yang mempunyai tegangan 90 Volt lebih positif dari katoda. Tiap elektron yang jatuh pada permukaan *dynode* 1 akan menyebabkan dikeluarkannya lebih dari satu elektron dari permukaan *dynode* 1 itu. Elektron dari *dynode* 1 akan bergerak dengan percepatan ke permukaan *dynode* 2 yang juga 90 Volt lebih positif dari *dynode* 1, tiap electron yang jatuh ke permukaan *dynode* 2 akan melepaskan lebih dari satu electron. Elektron dari permukaan *dynode* 2 akan menuju ke permukaan *dynode* 3 yang juga 90 Volt lebih positif, dan seterusnya. Setelah proses tersebut berlangsung 9 kali (pada 9 *dynode*) maka untuk setiap foton , sinar yang jatuh pada permukaan katoda akan dibebaskan $10^6 - 10^7$ elektron yang akan terkumpul pada Anoda. Arus listrik yang telah mengalami penguatan (didalam tabung, karena adanya *dynode*) disalurkan melalui rangkaian untuk diperkuat lebih lanjut (Widdi Usada, 2009).

BAB III. METODOLOGI PENELITIAN

Metode Pengumpulan Data Penelitian ini menggunakan pendekatan *literatur review* yang berfokus pada evaluasi beberapa hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan Cemaran Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) Pada Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, Dan Bayam yang akan direview. Review jurnal ini menggunakan metode studi literatur yang dilakukan melalui penelusuran berbagai sumber baik jurnal yang berkaitan dengan topik penelitian dengan menggunakan sumber pencarian literature Google Scholar, Elsevier, portal garuda, pubmed dan sumber *database* lainnya yang dilengkapi dengan DOI pada setiap artikel jurnal yang dikumpulkan sehingga menjadi acuan sebagai sumber primer dalam penulisan mengenai Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) Dan Kadmium (Cd) Pada Sayuran Sawi Hijau, Kangkung, Dan Bayam. jurnal yang digunakan terpublikasi bertaraf nasional dan internasional dengan pencarian menggunakan kata kunci “*analysis of heavy metal contamination in vegetables*” dan “analisis cemaran logam berat pada sayuran” dengan bahan: *database* sumber pustaka (Google Scholar, Elsevier, Portal Garuda, dan PubMed). Sehingga menghasilkan analisis Data atau data hasil penelitian diperoleh dengan mengkaji hasil penelitian dari jurnal atau artikel yang digunakan untuk mendapatkan informasi yang akan diolah.