

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA)

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) sampah merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap akhir dari proses pengelolaannya mulai timbul di sumber, pengumpulan, pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. Pembangunan TPA sampah harus direncanakan dengan baik agar tidak menyebabkan kerusakan lingkungan dan penyebaran vektor penyakit. Sehingga syarat yang harus dipenuhi dalam membangun tempat pembuangan sampah adalah tempat tersebut dibangun tidak dekat dengan sumber air minum atau sumber lainnya yang digunakan oleh manusia, tidak pada tempat rawan banjir dan jauh dari pemukiman manusia dengan jarak sekitar 2 km dari pemukiman (Azrul, 1983).

Kondisi TPA di Indonesia sebagian besar masih menggunakan sistem *open dumping* atau penimbunan sampah terbuka. Berdasarkan data Statistik Lingkungan Hidup Indonesia tahun 2018 mengenai pengelolaan sampah di Indonesia, sekitar 47% atau 167 kabupaten/kota dari 355 kabupaten/kota masih mengoperasikan TPA secara *open dumping* sehingga banyak menimbulkan masalah pencemaran lingkungan (SLHI, 2018).

Kabupaten Banyumas memiliki empat buah tempat pemrosesan akhir salah satunya yaitu TPA Gunung Tugel. Dioperasikan secara *open dumping*, sumber sampah TPA Gunung Tugel berasal dari sampah pemukiman, pasar, pertokoan dan industri. TPA Gunung Tugel menghasilkan sampah sebesar 260 m³/hari. Sampah yang dapat didaur ulang dikumpulkan oleh masyarakat sekitar sedangkan yang lainnya ditimbun. Bahan organik pada sampah yang tertimbun akan mengalami dekomposisi bersama air hujan dan menghasilkan *leachate* atau air lindi (Santoso, 2010).

Air lindi atau *leachate* adalah cairan hasil penguraian mikroba yang mengandung zat terlarut dan tersuspensi yang sangat halus. *Leachate* dicirikan oleh parameter fisika dan kimiawi dengan kadar tinggi, dan mengandung logam

berat yang berbahaya. Pencemaran air dan tanah dapat terjadi terutama saat terjadi hujan dan air meresap ke dalam timbunan sampah. Air lindi yang dihasilkan dari timbunan sampah akan infiltrasi ke dalam tanah dan mencemari air tanah yang merupakan sumber air minum bagi masyarakat di sekitar TPA. Air dan tanah yang tercemar oleh lindi juga dapat mencemari tanaman hasil pertanian masyarakat daerah TPA. Zat organik yang berasal dari timbunan sampah berupa logam berat akan diserap oleh akar tanaman. Selain dapat mempengaruhi hasil panen, logam berat yang terakumulasi pada tanaman dapat masuk dalam siklus rantai makanan (Mufit, 2014).

2.2 Logam Berat

Logam berat merupakan komponen alami yang terkandung di dalam tanah. Komponen ini tidak dapat didegradasi (*non degradable*) maupun dihancurkan. Pada kadar rendah, logam berat diperlukan makhluk hidup untuk pengaturan berbagai fungsi kimia dan fisiologi tubuh atau dikenal dengan istilah *trace element*, yaitu elemen kimia yang dibutuhkan oleh makhluk hidup dengan kadar yang sangat kecil (kurang dari 0,1% dari volume). Logam berat dapat menjadi beracun atau berbahaya apabila berada dalam kadar berlebihan di dalam tubuh (Jaishankar *et al.*, 2014).

Selain terdapat secara alami di alam, penyebab kandungan logam berat dalam tanah antara lain oleh aktivitas manusia seperti pemakaian pupuk dan pestisida, asap kendaraan bermotor, timbunan sampah, limbah domestik dan industri serta kegiatan pertambangan. Kandungan logam berat dalam tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti keasaman tanah, suhu, tekstur, bahan organik dan derajat keasaman (pH) (Taberina, 2004).

2.2.1 Timbal (Pb)

Timbal merupakan logam yang terbentuk secara alami di alam, namun kebanyakan konsentrasi timbal di lingkungan dipengaruhi oleh aktivitas manusia seperti penggunaan timbal sebagai bahan bakar dan limbah industri. Sebagian besar timbal dapat terakumulasi di dalam organ tanaman yaitu akar, akar umbi-

umbian, batang, dan daun. Tanaman dapat menyerap timbal pada kondisi kesuburan dan kandungan bahan organik tanah rendah, sehingga komposisi dan pH tanah berpengaruh terhadap perpindahan timbal ke tanaman. Konsentrasi timbal yang tinggi yaitu 100-1000 mg/kg dapat mengakibatkan pengaruh toksik pada proses fotosintesis dan pertumbuhan tanaman (Charlene,2004).

Senyawa Pb yang masuk ke dalam tubuh melalui makanan dapat memengaruhi proses metabolisme tubuh. Namun jumlah Pb yang terserap masih dapat ditolerir oleh asam lambung (HCl). Asam lambung memiliki kemampuan untuk menyerap keberadaan logam Pb. Tetapi pada kenyataannya Pb lebih banyak dikeluarkan oleh tinja. Pada jaringan tubuh Pb akan terakumulasi pada tulang, karena logam Pb dalam bentuk ion (Pb^{2+}) dapat menggantikan keberadaan ion kalsium (Ca^{2+}) yang terdapat dalam jaringan tulang. Selain itu, pada wanita hamil Pb dapat melewati plasenta dan masuk ke dalam sistem peredaran darah janin (Palar, 2008).

2.2.2 Kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) merupakan logam berat non esensial yang bersifat toksik. Logam kadmium terbentuk secara alami pada bijih bersama timbal, seng dan tembaga. Logam Cd di lingkungan dapat mengendap di tanah hingga beberapa dekade. Kadmium terutama ditemukan pada buah dan sayuran akibat tingginya laju perpindahan Cd dari tanah ke tanaman. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Laegreid (1999) dalam Charlene (2004), pemasukan Cd melalui makanan sebesar 10-40 mg/hari, dan sedikitnya 50% diserap oleh tubuh.

Logam Cd yang masuk ke dalam tubuh ikut mengalami proses metabolisme tubuh. Keracunan yang disebabkan oleh logam Cd dapat bersifat akut dan keracunan kronis. Gejala keracunan akut yang disebabkan oleh logam Cd adalah munculnya rasa panas dan sakit pada bagian dada. Namun gejala ini tidak muncul secara langsung ketika si penderita terpapar uap logam Cd atau CdO. Gejala ini muncul setelah 4-10 jam sejak penderita terpapar uap logam Cd. Keracunan yang bersifat kronis disebabkan oleh daya racun yang dibawa oleh logam Cd dan terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Peristiwa ini dapat terjadi karena logam Cd yang masuk ke dalam tubuh dalam jumlah sedikit sehingga

dapat ditolerir tubuh. Namun karena proses masuknya logam Cd terjadi secara terus-menerus dan berkelanjutan, maka tubuh tidak mampu menoleransi daya racun logam Cd. Akibatnya logam Cd dapat merusak sistem fisiologis tubuh seperti sistem sirkulasi darah, sistem respirasi, sistem urinaria (ginjal), kerapuhan tulang dan jantung (Palar, 2008).

2.2.3 Tembaga (Cu)

Tembaga terdapat pada lingkungan melalui sumber alami maupun aktivitas manusia. Sumber alami tembaga antara lain kebakaran hutan dan pembusukan makanan. Sedangkan contoh aktivitas manusia yang memproduksi tembaga di lingkungan adalah aktivitas pertambangan, produksi logam dan kayu. Konsentrasi normal Cu pada tanah berkisar 20 ppm. Cemaran logam Cu pada sayuran dapat terjadi akibat penggunaan pupuk dan pestisida yang berlebihan (Charlene,2004).

Logam Cu dalam tubuh dapat terserap oleh darah saat kondisi asam yang terdapat dalam lambung ketika terjadi proses penyerapan makanan. Cu kemudian dialirkan lewat pembuluh darah menuju hati. Di dalam sel hati, sebagian tembaga akan dibuang ke sirkulasi empedu dan sebagian lainnya dapat berikatan dengan protein ceruloplasmin. Selanjutnya Cu dikeluarkan kembali ke usus, dan dibuang melalui feses (Palar, 2008).

2.2.4 Seng (Zn)

Sumber utama dari masuknya logam Seng (Zn) ke dalam lingkungan berasal dari pembuangan limbah rumah tangga seperti detergen dan penggunaan pupuk kimia yang tidak diperhatikan sarana pembuangannya. Tubuh pada hakikatnya memerlukan Seng pada proses metabolisme namun kadar Seng yang berlebihan dapat bersifat racun bagi tubuh. Toksisitas logam seng dapat mempengaruhi kerja lambung dan menyebabkan diare serta mual. Sayuran yang terkontaminasi logam seng pada saat dimasak akan timbul endapan seperti pasir (Sunarjono, 2003).

2.2.5 Besi (Fe)

Logam besi secara alami merupakan salah satu logam yang dominan terdapat di dalam tanah yang berasal dari pelapukan batuan induk, dan berpengaruh besar terhadap sifat fisik dan kimia tanah. Logam Fe merupakan unsur esensial yang dibutuhkan oleh tanaman namun bila jumlahnya terlalu besar dapat bersifat racun pada tanaman (Alloway, 1995). Logam Fe tidak hanya bersifat toksik terhadap tanaman apabila jumlahnya terlalu besar, namun juga bersifat toksik terhadap hewan dan kesehatan manusia. Tingginya logam Fe pada manusia dapat mengakibatkan keracunan (muntah), gangguan penyerapan vitamin dan mineral, kerusakan usus, dan *hemokromatis*.

2.2.6 Mangan (Mn)

Mangan merupakan unsur esensial yang diperlukan oleh tanaman, sama halnya dengan Fe, mangan diperlukan tumbuhan dalam jumlah kecil apabila jumlahnya berlebihan mangan dapat bersifat toksik. Pada tanaman logam berat dapat masuk ke dalam jaringan melalui akar dan stomata (Alloway, 1995). Selain terdapat secara alami di alam, unsur Mn juga dapat masuk ke lingkungan akibat penggunaan pupuk organik dan pemakaian pestisida yang berlebihan.

2.2.7 Kromium (Cr)

Kromium adalah logam yang secara alamiah ditemukan dengan konsentrasi rendah pada batuan tanah, tanaman, hewan dan gas. Akumulasi kromium pada tanaman berbeda-beda pada setiap bagian tanaman. Contohnya akar dapat mengakumulasi kromium 10-100 kali lebih banyak dibanding tunas dan jaringan tumbuhan lainnya. Penelitian dilakukan pada buncis, sedikitnya 0,1 % dari total Cr yang terakumulasi ditemukan pada biji, sedangkan konsentrasi pada akar mencapai 98% dari total penyerapan Cr (Masdin, 2010). Logam Cr termasuk logam dengan daya racun tinggi. Daya racun logam Cr ditentukan oleh valensi ion nya. Ion Cr^{6+} merupakan bentuk logam Cr dengan sifat racun yang dapat mengakibatkan terjadinya keracunan akut dan keracunan kronis pada manusia (Palar, 2008).

2.3. Mekanisme Penyerapan Logam Berat Pada Tanaman

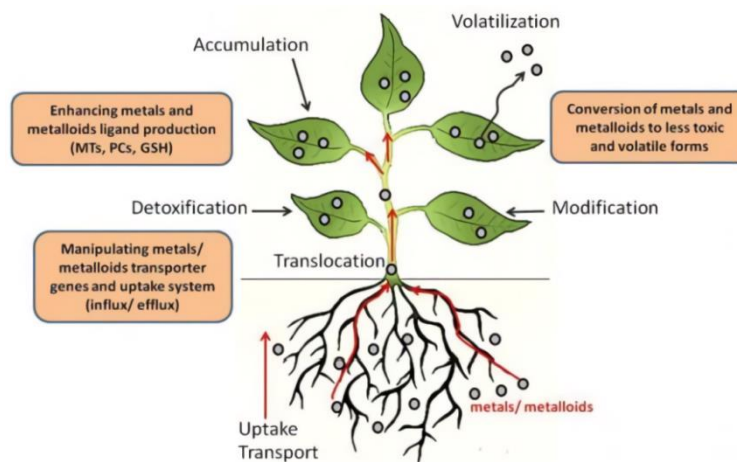
Tanaman memiliki kemampuan menyerap logam berat dari media lingkungan. Setiap tanaman memiliki kemampuan yang berbeda untuk menyerap dan mengakumulasi logam berat disetiap bagian organnya (Irwan dan Yenny, 2008). Secara umum mekanisme penyerapan logam berat oleh tanaman berlangsung secara aktif (*active uptake*) dan penyerapan secara pasif (*passive uptake*).

- a) Penyerapan logam berat secara aktif (*active uptake*) oleh tanaman meliputi tiga proses penyerapan dan akumulasi logam berat yang saling berkesinambungan, yaitu sebagai berikut (Hardiani, 2009) :
- Penyerapan oleh akar. Agar tanaman dapat menyerap logam, maka logam harus dibawa ke dalam larutan di sekitar akar (rizosfer) dengan beberapa faktor bergantung pada spesies tanaman, diantaranya :
 1. Faktor pH, pada pH rendah ketersediaan beberapa logam berat dapat meningkat.
 2. Pembentukan reduktase spesifik logam. Untuk meningkatkan penyerapan logam berat, tanaman membentuk suatu molekul reduktase di membran akarnya yang berfungsi untuk mereduksi logam berat dan selanjutnya diangkut melalui kanal khusus didalam membran akar.
 3. Ekskresi zat khelat (zat pengikat) Pada jenis rumput-rumputan dalam proses penyerapan logam berat dapat ditingkatkan dengan pembentukan zat khelat (pengikat) yang dinamakan phytosiderator. Molekul phytosiderator akan mengikat logam berat dan membawanya ke dalam sel akar melalui transport aktif. Beberapa logam berat yang dapat diikat oleh molekul phytosiderator seperti Cu, Zn dan Mn. Senyawa-senyawa yang larut dalam air biasanya diambil oleh akar bersama air, sedangkan senyawa senyawa hidrofobik diserap oleh permukaan akar.
 - Translokasi logam dari akar ke bagian tanaman lain. Setelah logam menembus endodermis akar, logam atau senyawa asing lain mengikuti aliran transpirasi ke bagian atas tanaman melalui jaringan pengangkut (xilem dan floem) ke bagian tanaman lainnya. Kemampuan pengangkutan

dalam tanaman dapat ditingkatkan dengan bantuan zat khelat (Mc. Grath, 1999).

- Lokalisasi logam pada sel dan jaringan. Logam berat yang masuk ke dalam tanaman akan berikatan dengan unsur hara lain dan mengalami imobilisasi ke bagian tanaman tertentu seperti akar. Hal ini bertujuan untuk menjaga agar logam tidak menghambat metabolisme tanaman. Sebagai upaya untuk mencegah peracunan logam terhadap sel (Priyanto dan Prayitno, 2007).
- b) Penyerapan logam berat secara pasif (*passive uptake*) atau biosorpsi. Proses ini terjadi ketika ion logam berat mengikat dinding sel dan proses pengikatan ini dapat dilakukan dengan dua cara :
- Pertukaran ion, dimana ion monovalen dan divalen seperti ion Na, Mg dan Ca pada dinding sel digantikan dengan ion logam berat.
 - Formasi kompleks antara ion-ion logam berat dengan gugus fungsional seperti korboksil, thiol, fosfat, hidroksi yang berada di dinding sel. Proses biosorpsi dapat berjalan lebih efektif pada pH tertentu dan kehadiran ion-ion lainnya di media, dimana logam berat dapat diendapkan sebagai garam yang tidak terlarut.

Mekanisme penyerapan logam pada tanaman dapat dilihat melalui Gambar 2.1 di bawah ini :



Gambar 2.1 Mekanisme Penyerapan Logam Pada Tanaman (Smits, 2015)

Penyerapan logam berat oleh tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor tanah dan biologi seperti fase pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Logam berat yang terserap dari tanah, air, dan udara kemudian akan diangkut ke jaringan tanaman dan terakumulasi pada sumber pangan, sehingga logam masuk ke pangan manusia melalui rantai makanan dan dapat membahayakan kesehatan manusia (Drazic dan Mihailovic, 2005).

2.3.1 Tanaman Hiperakumulator Logam Berat

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam di lingkungan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain, sifat alamiah tumbuhan seperti spesies, kecepatan tumbuh, panjang akar dan ukuran tumbuhan, kecepatan penguapan, pembentuk zat khelat serta kebutuhan unsur hara untuk metabolisme. Faktor tanah juga dapat mempengaruhi akumulasi logam seperti pH tanah, kandungan dan sifat alamiah organik, tipe tanah, jumlah ion logam serta kadar mineral. Selanjutnya adalah variabel lingkungan seperti curah hujan, temperatur, musim, kelembaban, sinar matahari, pemupukan dan lainnya.

Setiap jenis tanaman memiliki daya serap unsur hara yang berbeda-beda. Tanaman hiperakumulator adalah jenis tanaman dengan kemampuan mentranslokasikan unsur-unsur tertentu dengan konsentrasi tinggi ke rendah tanpa mengalami fitotoksisitas. Karakteristik tumbuhan hiperakumulator antara lain adalah tahan terhadap logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, tingkat laju penyerapan logam lebih tinggi dari tanaman lainnya, memiliki laju akumulasi dan translokasi logam yang tinggi dari jaringan akar ke tajuknya (Salt, 2000). Kebanyakan jenis tanaman berpembuluh (*vascular plants*) ditemukan memiliki kemampuan dalam mengalokasikan logam berat. Famili *Brassicaceae* atau kubis-kubisan banyak dijumpai sebagai hiperakumulator logam, tanaman ini dapat mengakumulasi lebih dari satu jenis logam. Kangkung air (*Ipomea aquatica*) juga merupakan salah satu tanaman hiperakumulator dan relatif tahan terhadap berbagai macam bahan pencemar. Salah satu logam yang dapat ditranslokasikan oleh kangkung air adalah timbal (Pb), logam timbal dengan konsentrasi tinggi dapat ditranslokasikan hingga ke pucuk tanaman kangkung

tanpa menimbulkan fitoksisitas. Sedangkan tanaman bayam (*Amaranthus* spp.) juga bersifat hiperakumulator dengan menyerap logam kadmium (Cd).

Famili tumbuhan lain yang bersifat akumulator *Euphorbiaceae*, *Caryophyllaceae*, *Cyperaceae*, *Fabaceae*, *Violaceae*, *Flacourtiaceae*, *Cunouniaceae*, *Poaceae*, dan *Lamiaceae*. Beberapa jenis tumbuhan paku seperti *Pteris vittata* dapat mengakumulasi As. Jenis *Pteris* yang lain misalnya *Pteris cretica*, *Pteris longifolia* dan *Pteris umbrosa* juga mampu mengakumulasi As. Tumbuhan paku air *Azolla caroliniana* (*Azollaceae*) dapat digunakan untuk membersihkan Hg dan Cr dalam air dan mengakumulasikannya dalam jaringan sehingga dapat dimanfaatkan sebagai pemurni air (Widyati, 2011).

2.4. Analisis Risiko Lingkungan

Analisis risiko kesehatan lingkungan merupakan suatu pendekatan untuk mengamati potensi besarnya risiko suatu masalah lingkungan dimulai dengan mendeskripsikan masalah lingkungan yang telah dikenal dan penetapan risiko kesehatan terhadap manusia yang berkaitan dengan masalah lingkungan yang bersangkutan (Kepmenkes RI, 2001). Manfaat dari dilakukannya analisis risiko adalah untuk melindungi manusia dari kemungkinan efek yang membahayakan dari suatu bahan atau masalah lingkungan. Secara umum proses analisis risiko kesehatan lingkungan terdiri dari 4 tahap yaitu identifikasi bahaya (*hazard potential*), analisis dosis-respon (*dose-response assessment*), analisis pajanan (*exposure assessment*) dan karakteristik risiko (*risk characterization*) (Kolluru, 1996).

a) Identifikasi Bahaya (*Hazard Potential Identification*)

Identifikasi bahaya adalah tahap awal dari ARKL untuk mengidentifikasi sumber risiko. Bahaya merupakan zat-zat toksik yang berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan. Identifikasi bahaya dapat dilakukan dengan mencermati gejala dan penyakit yang berhubungan dengan *risk agent* di masyarakat yang telah dikaji pada studi-studi sebelumnya, baik di wilayah kajian atau di wilayah lain (Soemirat, 2003).

b) Dosis Respon (*Dose-Response Assessment*)

Tahap analisis ini merupakan tahap identifikasi jenis efek merugikan yang berhubungan dengan pajanan zat toksik. Hubungan dosis-respon sangat penting dalam terjadinya keracunan. Kerusakan pada suatu organisme dapat dikontrol dengan cara absorpsi toksikan oleh mikroorganisme, degradasi, dan eliminasi toksikan (Mukono, 2005). Toksisitas dinyatakan sebagai dosis referensi (*referencedose*, RfD) untuk efek nonkarsinogenik. Dosis yang digunakan dalam menetapkan RfD adalah yang menimbulkan efek paling rendah atau lazimnya disebut *No Observed Effect Level* (NOEL). Sedangkan toksisitas untuk efek karsinogenik dinyatakan sebagai *Cancer Slope Factor* (CSF) (Soemirat, 2003).

c) Analisis Pajanan (*Exposure Assessment*)

Analisis pajanan bertujuan untuk mengenali jalur pajanan *risk agent* agar jumlah asupan atau intake yang diterima oleh individu dari suatu populasi beresiko dapat dihitung. *Risk agent* dapat berada di udara, air, tanah atau pangan seperti ikan, daging, telur, buah dan sayur-sayuran. Pola konsumsi, usia, berat badan, durasi pajanan dan frekuensi pajanan merupakan bagian dari analisis pemajanan (Soemirat, 2003).

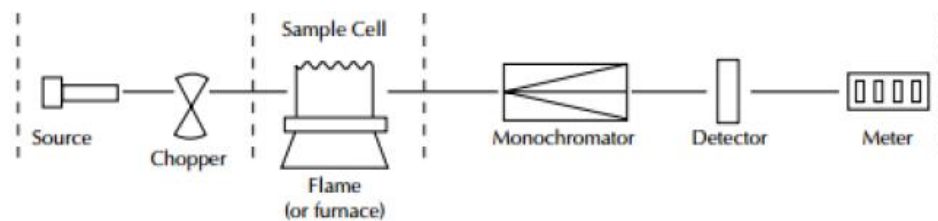
d) Karakteristik Risiko (*Risk Characterization*)

Karakteristik risiko merupakan perkiraan suatu risiko merugikan yang dapat terjadi pada individu akibat dari pajanan. Perkiraan tersebut dapat dihitung melalui estimasi risiko, yaitu probabilitas terjadinya risiko berdasarkan identifikasi bahaya, analisis dosis-respon dan analisis pemajanan. Pada toksisitas untuk efek nonkarsinogenik, rasio antara intake dengan RfD dikenal dengan *Risk Quotients* (RQ). Apabila nilai $RQ > 1$ menunjukkan adanya indikasi kemungkinan terjadinya efek yang merugikan. Sedangkan karakteristik kesehatan untuk efek karsinogenik dinyatakan dengan *Exceeds Cancer Risk* (ECR) apabila nilai ECR kurang dari $10^{-6} - 10^{-4}$ menunjukkan adanya kemungkinan efek karsinogenik. Kisaran angka E-6 sampai dengan E-4 diambil dari nilai default karsinogenistis (US EPA, 1990).

2.5. Analisis Logam Berat

2.5.1. Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)

Spektroskopi Serapan Atom merupakan instrumen yang paling banyak digunakan dalam menganalisis logam berat di dalam sampel lingkungan secara kuantitatif. Spektroskopi Serapan Atom adalah teknik analisis untuk mengukur unsur kimia dalam sampel dengan cara mengukur radiasi yang diserap oleh unsur kimia tersebut (Broekaert, 2002). Melibatkan penyerapan energi radiasi yang dihasilkan oleh sumber radiasi khusus (lampu) yang memancarkan spektrum atom dari unsur-unsur analit dengan energi yang hanya dapat diserap secara resonansi. Unsur analit kemudian diubah menjadi atom dalam suatu *atomizer*. Ketika cahaya melewati awan atom, atom-atom menyerap sinar ultraviolet tersebut dan menyebabkan transisi ke tingkat energi elektronik yang lebih tinggi. Satu panjang gelombang khas dari suatu unsur akan ditangkap oleh monokromator, kemudian diukur jumlah penyerapannya pada detektor. Jumlah sinar yang diserap mengindikasikan jumlah analit (Sarkar, 2002). Skema alat AAS secara umum tampak pada gambar berikut :



Gambar 2.2 Skema Umum Komponen pada Instrumen AAS (Irianti, 2017)

Metode ini dapat digunakan untuk penentuan total analit dalam sampel air minum, air permukaan, air tanah, air limbah, dapat pula mengukur sampel padatan seperti lumpur, sedimen dan tanah (Irianti, 2017).

2.6. Baku Mutu

Baku mutu yang digunakan dalam penelitian ini adalah BPOM RI Nomor 23 Tahun 2017 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan dan *China's National Food Safety Standard of Maximum Level of Contaminants*

in Foods 2014. Berikut merupakan kadar logam berat yang diperbolehkan dalam buah dan sayuran

Tabel 2.1 Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan

Kategori Pangan	Batas Maksimum (mg/kg)			
	As	Pb	Hg	Cd
Buah dan Sayur (Termasuk Jamur, Umbi, Kacang Termasuk Kacang Kedelai, dan Lidah Buaya), Rumput Laut, Biji-Bijian	0.15 (kecuali untuk nori, rumput laut kering, dan manisan rumput laut dalam kemasan 1,0 sebagai arsen inorganik)	0.20	0.03	0.05

Sumber : PerBPOM RI Nomor 23 Tahun 2017

Tabel 2.2 Lead Limits in Foods

Food Category	Limit (mg/kg)				
	Pb	Cd	Hg	As	Cr
Grains and grains products (Paddy rice, brown rice, rice)	0.2	0.2	0.02	0.5	1.0
Fresh Vegetables	0.1	0.05	0.01	0.5	0.5
Fresh fruits	0.1	0.05	-	-	-

Sumber : China's Maximum Levels for Contaminants in Foods 2014

2.7. Penelitian Sebelumnya

Berbagai penelitian tentang pencemaran logam berat pada buah dan sayuran telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya. Hal ini dapat menjadi rujukan pembahasan kegiatan penelitian ini. Adapun hasil-hasil penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel 2.3 berikut :

Tabel 2.3 Penelitian sebelumnya terkait analisis logam berat

No	Peneliti	Tahun	Tujuan Penelitian	Metode
1	Rahayu A.	2018	Menganalisis logam berat Cd, Pb, Cu, Mn, Fe, Cr, dan Zn pada tanaman padi dan terong ungu di TPA Gunung Tugel, Kabupaten Banyumas	Sampel beras dan terong ungu diambil menggunakan metode stratified sampling dan dilakukan pengujian menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).
2	Augustsson A. dkk	2018	Menganalisis konsentrasi dan resiko kesehatan akibat paparan logam Pb, Cd, As pada sayuran, buah dan jamur pada 21 lokasi daerah industri di Sweden	Sampel sayuran diambil secara duplo pada setiap titik sampel kemudian dianalisis menggunakan <i>Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry</i> (ICP-MS).
3	Pertiwi P.C. dkk	2016	Menganalisis konsentrasi Pb pada kangkung air yang tumbuh di aliran lindi TPA Sampah Batu Layang, Pontianak	Sampel tanaman kangkung diambil dari 3 titik, yaitu 2 titik pada kangkung yang terkena aliran lindi dan 1 titik kontrol di area depan TPA. Analisis kandungan logam berat Pb menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).

4	Yusuf M. dkk	2016	Menganalisis kadar logam Pb, Cu, Cd dan Zn pada sayuran kangkung, sawi dan bayam di areal Desa Paya Rumput Titipapan Medan	Sampel sayuran diambil secara random di cuci bersih dan dikeringkan pada suhu 50-100 ° C selama 3 jam, berat kering di timbang di gerus sampai halus. Sampel didestruksi dengan asam nitrat pekat dengan suhu 80 ° C, sampel di analisis dengan menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).
5	Irawanto R. dkk	2015	Menganalisis kandungan logam berat Pb dan Cd pada bagian tumbuhan akuatik <i>Coix lacryma-jobi</i> (Jali)	Parameter yang diamati berupa kandungan logam berat pada bagian tumbuhan (akar, batang dan daun) dengan variasi jumlah tiga dan lima individu. Analisis kandungan logam berat Pb dan Cd menggunakan <i>Atomic Absorption Spectrophotometry</i> (AAS).