

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah

Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) merupakan tempat dimana sampah mencapai tahap terakhir dalam pengelolaannya sejak mulai timbul di sumber, pengumpulan, pemindahan/pengangkutan, pengolahan dan pembuangan. TPA merupakan tempat sampah diisolasi secara aman agar tidak menimbulkan gangguan terhadap lingkungan sekitarnya. Di TPA, sampah masih mengalami proses penguraian secara alamiah dengan jangka waktu panjang. Beberapa jenis sampah dapat terurai secara cepat, sementara yang lain lebih lambat, bahkan ada beberapa jenis sampah yang tidak berubah sampai puluhan tahun, misalnya plastik. Hal ini memberikan gambaran bahwa setelah TPA selesai digunakan pun masih ada proses yang berlangsung dan menghasilkan beberapa zat yang dapat mengganggu lingkungan. Karenanya masih diperlukan pengawasan terhadap TPA yang telah ditutup (Royadi, 2006).

Purwokerto memiliki beberapa tempat pemrosesan akhir sampah, salah satunya adalah TPA Gunung Tugel. Sampah yang dibuang di TPA Gunung Tugel berasal dari limbah rumah tangga, industri, dan pasar. Sampah tersebut terdiri dari berbagai jenis, diantaranya kertas, plastik, kain, boneka, karet, makanan basi, alat elektronik bekas, lampu, dan batu baterai. Sampah yang masih bisa dipakai atau didaur ulang dikumpulkan oleh masyarakat setempat, sedangkan yang lainnya ditimbun. Sampah yang ditimbun di TPA akan mengalami proses dekomposisi alamiah. Proses dekomposisi tersebut akan mengubah sampah menjadi pupuk organik dan menimbulkan hasil samping yaitu *leachate* atau air lindi (Anam *et al.*, 2013).

Berdasarkan data Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (SLHI) tahun 2007 tentang kondisi TPA di Indonesia, sebagian besar merupakan tempat penimbunan sampah terbuka (*open dumping*) sehingga menimbulkan masalah pencemaran pada lingkungan. Data menyatakan bahwa 90% TPA dioperasikan dengan *open dumping* dan hanya 9% yang dioperasikan dengan *controlled landfill* dan *sanitary landfill*.

TPA Gunung Tugel sendiri termasuk TPA yang dioperasikan menggunakan metode *open dumping*.

Metode *open dumping* adalah cara pemrosesan akhir dengan hanya menumpuk sampah begitu saja tanpa ada perlakuan khusus, sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap lingkungan. Metode ini memungkinkan adanya perembesan air lindi (cairan yang timbul akibat pembusukan sampah) melalui kapiler-kapiler air dalam tanah hingga mencemari sumber air tanah, terlebih di musim hujan. Efek pencemaran bisa berakumulasi jangka panjang dan pemulihannya bisa membutuhkan puluhan tahun. Metode ini sudah tidak populer karena selain sudah tidak akan diperbolehkan lagi juga berpotensi pada pencemaran lingkungan (Agung, 2013).

2.2 Logam Berat

Logam berat termasuk unsur penting yang diperlukan makhluk hidup. Dalam kadar yang tidak berlebihan, sebagai *trace element*, logam berat esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), Besi (Fe) dan Zink (Zn) dibutuhkan untuk menjaga metabolisme tubuh manusia. Sebaliknya logam-logam berat yang nonesensial (elemen mikro) tidak mempunyai fungsi didalam tubuh manusia, dan bahkan sangat berbahaya hingga dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia diantaranya timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As) dan kadmium (Cd). Logam berat merupakan komponen alami yang terdapat di kulit bumi yang tidak dapat didegradasi ataupun dihancurkan dan merupakan zat yang berbahaya karena dapat terjadi bioakumulasi. Bioakumulasi adalah peningkatan konsentrasi zat kimia dalam tubuh makhluk hidup dalam waktu yang cukup lama, dibandingkan dengan konsentrasi zat kimia yang terdapat di alam (Yudo, 2006).

Logam berat yang mencemari lingkungan, baik dalam udara, air, dan tanah berasal dari proses alami dan kegiatan industri. Proses alami dapat berasal dari bebatuan gunung berapi yang memberikan kontribusi ke lingkungan udara, air, dan tanah. Kegiatan manusia yang bisa menambah pencemaran lingkungan berupa kegiatan industri, pertambangan, pembakaran bahan bakar, serta kegiatan domestik

lain yang mampu meningkatkan kandungan logam di lingkungan udara, air, dan tanah (Widowati, 2008).

2.3 Air tanah

Air tanah sebagai salah satu bagian dari sumberdaya air merupakan sumberdaya yang paling diminati oleh manusia. Keberadaan air tanah sangat melimpah serta kualitas yang baik menjadi salah satu faktor tingginya minat manusia menjadikan air tanah menjadi salah satu sumber air bersih.

Kerusakan sumber daya air tanah dapat terjadi akibat dari dua faktor, yaitu faktor alami dan faktor non alami. Contoh kerusakan sumber daya secara alami antara lain curah hujan yang menurun atau meningkat dengan cepat, aktivitas gunung api, gempa bumi. Kerusakan sumber daya non alami misalnya pencemaran oleh limbah hasil dari aktivitas manusia, pemompaan air tanah secara berlebihan.

Kemiringan muka air tanah diketahui dengan cara membuat profil air tanah dengan *flownet*. Pada kemiringan muka air tanah kita dapat mengetahui kondisi muka air tanah berada, sehingga bisa menentukan daerah *recharge* serta *discharge*. Air tanah mengalir dalam arah lateral, sebagai aliran antara (*interflow*) menuju mata air, sungai, danau. Air tanah bergerak sesuai gaya gravitasi dan kapiler. Gaya gravitasi menyebabkan arah aliran air tanah bergerak dari tempat yang tinggi menuju ketempat yang lebih rendah. Gaya kapiler menyebabkan air tanah bergerak dari tanah yang basah menuju ke tanah yang kering. Gaya kapiler berkerja lebih kuat pada tanah yang berbutir halus seperti lempung daripada tanah yang kasar seperti pasir. Pada tanah basah, gerak kapiler akan berkurang. Hal ini menyebabkan terjadinya penurunan laju infiltrasi (Munawaroh, 2010).

2.4 Mekanisme Toksisitas Logam Berat

2.4.1 Timbal

Keracunan akibat logam Pb dapat terjadi karena masuknya senyawa logam tersebut ke dalam tubuh. Proses masuknya timbal, dapat melalui beberapa cara yaitu melalui pernafasan, oral (dari makanan atau minuman), dan penetrasi pada lapisan kulit. Penyerapan lewat pernafasan akan masuk ke dalam pembuluh darah paru-

paru, kemudian akan berikatan dengan darah di paru-paru dan ikut beredar ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Penyerapan lewat oral akan masuk ke saluran pencernaan dan masuk ke dalam darah. Penyerapan lewat kulit dapat terjadi karena timbal dapat larut dalam minyak dan lemak (Palar, 2008).

2.4.2 Kadmium

Kadmium merupakan logam berat yang berbahaya karena elemen ini beresiko tinggi terhadap pembuluh darah. Kadmium berpengaruh terhadap manusia dalam jangka waktu panjang dan dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal. Kadmium bagi tubuh, sepenuhnya merupakan logam asing. Tubuh sama sekali tidak memerlukannya dalam proses metabolisme. Mekanisme toksisitas kadmium tidak diketahui dengan jelas namun efeknya pada sel diketahui dengan baik (Patrick, 2003).

2.4.3 Tembaga

Toksitas dari logam tembaga baru akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah besar, atau melebihi nilai toleransi organisme terkait Tembaga mengalami proses akumulasi di dalam tubuh seiring dengan pertambahan umur. Akumulasi ini disebabkan oleh adanya paparan tembaga dalam waktu lama pada tubuh manusia. Ginjal merupakan bagian tubuh yang paling banyak terakumulasi tembaga. Persentase penyerapan (absorpsi) oral dari tembaga adalah 24-60%. Sementara penyerapan melalui kulit (dermal) belum diketahui pasti, namun beberapa penelitian menunjukkan presentasi sangat kecil. Penyerapan Cu ke dalam darah terjadi pada kondisi asam dalam lambung. Dalam darah, Cu terdapat dalam bentuk ionisasi yaitu Cu^+ dan Cu^{2+} . Cu juga berikatan dengan sel darah merah sebagai *eritrocuprein*, yaitu sekitar 60%. Darah selanjutnya akan membawa Cu ke dalam hati. Hati merupakan tempat penyimpanan Cu paling besar. Cu kemudian dikirim ke dalam kandung empedu. Cu nantinya dikeluarkan kembali ke usus, untuk selanjutnya dibuang melalui feses (Jaishankar *et al.*, 2014).

2.5 Sampel Rambut dan Kuku

Logam berat dalam tubuh manusia biasanya terakumulasi pada beberapa organ tubuh seperti ginjal, hati, kuku, jaringan adiposa, dan rambut. Logam berat yang berada pada darah atau urine tidak bertahan lama dan dapat segera dikeluarkan melalui siklus metabolisme tubuh. Sedangkan analisis logam berat melalui rambut lebih dapat bertahan lama. Hal ini disebabkan karena jumlah logam dalam rambut berkorelasi dengan jumlah logam yang diabsorpsi oleh tubuh. Oleh karena itu, rambut dapat dipakai sebagai biopsi material.

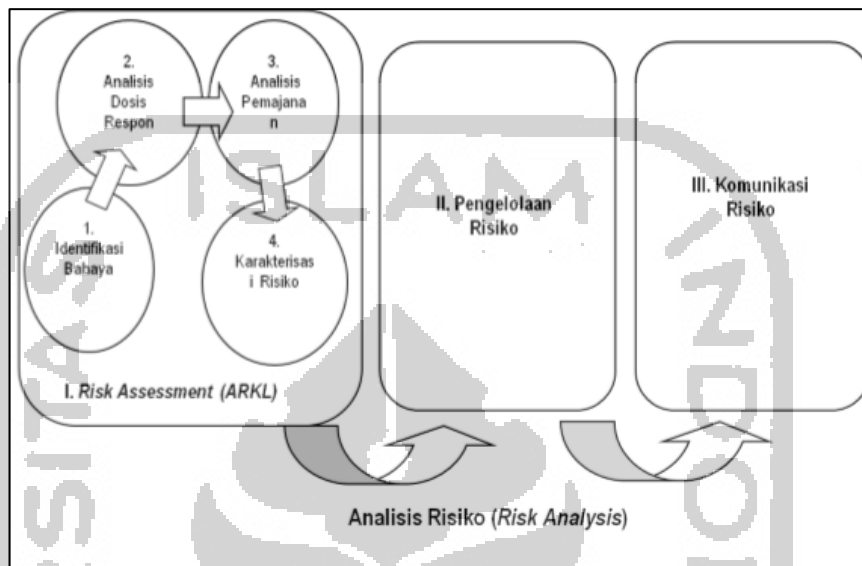
Untuk mengukur kandungan unsur dalam tubuh, sampel biologi yang dapat digunakan selain darah dan urin, adalah rambut dan kuku. Kuku lebih baik untuk sampel biologis untuk pengukuran tingkat unsur runutan karena mencerminkan paparan jangka panjang. Rambut kulit kepala dianggap satu sampel biologis yang cocok untuk memperkirakan asupan, atau paparan, beberapa unsur runutan, misalnya, Hg dan As. Rambut terbentuk di sel matriks, dimana menggabungkan berbagai unsur dari darah pada tingkat yang relatif konstan. Setelah pembentukan, rambut dipisahkan dari metabolisme internal tubuh, sehingga komposisinya mencerminkan kadar unsur dalam darah pada waktu pembentukan. Kuku manusia adalah jenis modifikasi dari epidermis yang terdiri atas lapisan sel-sel mati dari epitel. Kuku juga mengandung sejumlah kecil unsur logam penting seperti Ca, Fe, Cu, Zn dan karena itu mereka digunakan untuk memantau konsentrasi logam esensial dalam tubuh manusia (Julaidy, 2013).

2.6 Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan

Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) merupakan sebuah pendekatan untuk menghitung atau memprakirakan risiko pada kesehatan manusia, termasuk identifikasi terhadap adanya faktor ketidakpastian, penelusuran pada pajanan tertentu, memperhitungkan karakteristik yang melekat pada agen yang menjadi perhatian dan karakteristik dari sasaran yang spesifik (Direktorat Jenderal PP dan PL, 2012).

Asesmen risiko (*risk assessment*) atau ARKL dilakukan dengan maksud untuk mengidentifikasi bahaya apa saja yang membahayakan, memahami

hubungan antara dosis agen risiko dan respon tubuh yang diketahui dari berbagai penelitian, mengukur seberapa besar pajanan agen risiko tersebut, dan menetapkan tingkat risiko dan efeknya pada populasi (Direktorat Jenderal PP dan PL, 2012).



Gambar 2.1 Bagan Alir Penerapan ARKL

(Sumber : Direktorat Jenderal PP dan PL, 2012)

Pada gambar 2.1 di atas dijelaskan bahwa ARKL merupakan pendekatan yang digunakan untuk melakukan penilaian risiko kesehatan di lingkungan dengan output adalah karakterisasi risiko (dinyatakan sebagai tingkat risiko) yang menjelaskan apakah agen risiko/parameter lingkungan berisiko terhadap kesehatan masyarakat atau tidak. Selanjutnya hasil ARKL akan dikelola dan dikomunikasikan kepada masyarakat sebagai tindak lanjutnya (Direktorat Jenderal PP dan PL, 2012).

Pada dasarnya, ARKL hanya mengenal empat langkah, yaitu : 1). Identifikasi bahaya, 2) Analisis dosis respon (dalam literatur lainnya disebut juga Karakterisasi bahaya), 3) Analisis pemajanan, dan 4) Karakterisasi risiko (Direktorat Jenderal PP dan PL, 2012).

2.7 Analisis Kuantitatif Logam Berat

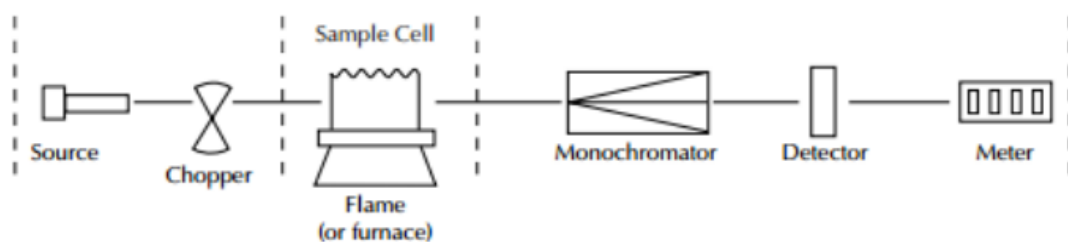
2.7.1 Spektroskopi Serapan Atom (AAS)

Spektroskopi serapan atom merupakan teknik analisis untuk mengukur konsentrasi dari unsur kimia di lingkungan sampel dengan cara mengukur radiasi

yang diserap oleh unsur kimia tersebut. Metode ini merupakan metode yang paling sering digunakan untuk analisa logam karena relatif sederhana, selektif, dan sangat sensitif. Metode ini dapat mengukur hingga ke bagian per miliar gram ($\mu\text{g dm}^{-3}$) dari suatu sampel (Broekaert, 2002).

Spektroskopi serapan atom melibatkan penyerapan energi radiasi yang dihasilkan oleh suatu sumber radiasi khusus (lampu), oleh atom dalam kondisi elektronik dasar (*ground state*). Lampu memancarkan spektrum atom dari unsur-unsur analit dengan energi yang hanya dapat diserap secara resonansi. Unsur analit diubah menjadi atom dalam suatu atomizer. Ketika cahaya melewati awan atom, atom-atom menyerap sinar ultraviolet atau sinar tampak dan menyebabkan transisi ke tingkat energi elektronik yang lebih tinggi. Sebuah monokromator digunakan untuk memilih satu panjang gelombang khas dari unsur yang ditentukan. Sementara detektor, umumnya adalah suatu pita atau tabung photomultiplier yang berfungsi untuk mengukur jumlah penyerapan. Jumlah sinar yang diserap mengindikasikan jumlah analit (Sarkar, 2002).

Metode *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya Spektrometri Serapan Atom (SSA) meliputi absorpsi sinar oleh atom-atom netral unsur logam yang masih berada dalam keadaan dasarnya (*ground state*). Sinar yang diserap biasanya ialah sinar ultra violet dan sinar tampak. 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).



Gambar 2.2 Skema Umum Alat AAS

