

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Air**

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air bahwa yang dimaksud dengan air adalah semua air yang terdapat di atas ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, air laut yang berada di darat. Kualitas air adalah karakteristik yang dicerminkan oleh parameter kimia organik, kimia nonorganik, fisik, biotik, dan radioaktif bagi perlindungan dan pengembangan air untuk peruntukan tertentu (Sutrisno & Mulyadi, 2004).

Status mutu air adalah tingkat kondisi mutu yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik pada suatu sumber air dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu air yang telah ditentukan. Perlunya dibuat standar kualitas air adalah untuk mencegah terjadinya bahaya bagi kesehatan masyarakat karena di alam, air mungkin terkandung unsur-unsur berbahaya bagi manusia jika kadarnya melebihi standar (Siregar & Hendrayana, 2007).

Berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001, air pada sumber air menurut kegunaan atau peruntukannya digolongkan ke dalam 4 golongan:

1. Golongan I, yaitu air yang dapat digunakan sebagai air minum secara langsung tanpa pengolahan terlebih dahulu.
2. Golongan II, yaitu air yang dapat dipergunakan sebagai air baku untuk diolah sebagai air minum dan keperluan rumah tangga.
3. Golongan III, yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan perikanan dan peternakan.
4. Golongan IV, yaitu air yang dapat dipergunakan untuk keperluan pertanian, dan dapat dimanfaatkan untuk usaha perkotaan, industri, dan listrik negara.

Untuk mengetahui apakah suatu sampel air tercemar atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batas-batas polusi air. Indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui:

1. Adanya perubahan suhu air
2. Adanya perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen.
3. Adanya perubahan bau, rasa, dan warna air.
4. Timbulnya endapan, koloidal, bahan terlarut.
5. Adanya mikroorganisme.
6. Meningkatnya radio aktif lingkungan

Kenaikan suhu air akan menimbulkan beberapa akibat sebagai berikut: jumlah oksigen terlarut di dalam air akan menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan ikan dan hewan air lainnya terganggu, dan jika batas suhu yang mematikan terlampaui, ikan dan hewan air lainnya mungkin akan mati (Fardiaz, 1992). Air yang mempunyai pH antara 6,5-8,6 mendukung populasi ikan dalam kolam, yang berarti dapat disimpulkan bahwa kisaran pH tersebut merupakan kisaran pH air yang normal (7-8). Pada umumnya jika pH air itu kurang dari 7 dan lebih dari 8,6 kemungkinan ada pencemaran seperti limbah bahan pabrik, rabuk, kertas, mentega, keju dan lain sebagainya (Wardhana, 1995).

## **B. Tanah**

Tanah adalah hasil perubahan bahan mineral dan organik yang berlangsung di muka daratan bumi di bawah pengaruh faktor-faktor lingkungan yang bekerja selama waktu sangat panjang, dan berwujud sebagai suatu tubuh dengan organisasi dan morfologi tertakrifkan. Pada dasarnya tanah merupakan tubuh alam. Namun demikian banyak tanah yang memperlihatkan tanda-tanda pengaruh antropogen (Notohadiprawiro, 1999).

Tanah idealnya dapat menyediakan sejumlah unsur hara penting yang dibutuhkan oleh tumbuhan. Penyerapan unsur hara oleh tumbuhan mestinya

dapat segera diperbaharui sehingga kandungan unsur hara di dalam tanah tetap seimbang. Pengambilan unsur hara oleh ribuan jenis tumbuhan diimbangi dengan pelapukan bahan organik yang menyuplai hara bagi tanah. Struktur tanah memang bermacam-macam. Akan tetapi, yang kita kehendaki ialah struktur tanah yang remah. Keuntungan struktur tanah demikian ialah udara dan air tanah berjalan lancar dan temperaturnya stabil. Keadaan tersebut sangat memacu pertumbuhan jasad renik tanah yang memegang peranan penting dalam proses pelapukan bahan organik di dalam tanah. Oleh karena itu, untuk memperbaiki struktur tanah ini dianjurkan untuk diberi pupuk organik (pupuk kandang, kompos, atau pupuk hijau) (Notohadiprawiro, 1999).

Berdasarkan jumlah yang diperlukan tumbuhan, unsur hara dalam tanah dapat dibedakan menjadi unsur hara makro dan mikro. Unsur hara makro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang banyak, apabila kurang, pertumbuhan tanaman dan produksi akan berkurang. Mineral yang termasuk unsur hara makro adalah N, P, K, Ca, dan Mg. Unsur hara mikro adalah unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah sedikit, apabila kurang sedikit saja pertumbuhan tanaman akan terganggu, dan apabila kelebihan sedikit saja tanaman akan beracun. Unsur hara mikro antara lain adalah B, Cu, dan Zn (Notohadiprawiro, 1999).

Kadar logam berat seperti Cr, Cu dan Ni dalam tanah dapat mencapai tingkat yang menyebabkan fitotoksisitas dan gangguan fungsional terhadap komponen lingkungan lainnya. Fenomena ini dapat terjadi secara alami melalui proses geogenik dan pedogenesis maupun melalui proses antropogenik (Alloway 1995; Lacatusu 2000). Sumber alami logam berat dalam tanah berasal dari bahan induk pembentuk tanah. Sumber antropogenik logam berat dalam tanah dan lingkungan meliputi: (1) pertambangan dan peleburan mineral logam; (2) bahan pertanian dan hortikultura; (3) lumpur limbah; (4) pembakaran bahan bakar fosil; (5) industri logam (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas berbahan logam; (6) elektronika (manufaktur, penggunaan dan pembuangan limbah komoditas

elektronika); (7) industri kimia dan manufaktur lainnya; dan (8) pembuangan limbah. Akumulasi logam berat dalam tanah merupakan racun bagi manusia dan hewan. Paparan logam berat terjadi secara terus-menerus (paparan selama jangka waktu yang lama), sehingga dapat masuk ke rantai makanan. Gejala keracunan dari logam berat jarang terjadi melalui konsumsi atau kontak kulit. Persoalan yang muncul akibat akumulasi logam berat pada tanah antara lain; masuknya logam berat ke tanah dapat mempengaruhi seluruh kehidupan yang ada di tanah tanah yang merupakan faktor penentu produktifitas tanah, masuknya logam berat tanah juga menyebabkan penurunan kualitas sifat kimia tanah dan dengan menurunnya produktifitas tanah maka hasil panen tanaman akan menurun baik kualitas maupun kuantitas (Alloway, 1995).

### **C. Pencemaran**

Pencemaran adalah suatu kondisi atau keadaan yang telah berubah dari bentuk asal menjadi kondisi yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang lebih buruk dapat terjadi sebagai akibat dari masuknya cemaran atau polutan. Bahan-bahan pencemar atau polutan tersebut pada umumnya mempunyai sifat racun (toksik) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Palar, 1994).

Pencemaran juga dapat diartikan sebagai suatu perubahan sifat fisik, kimia dan biologi yang tidak dikehendaki pada tanah, udara dan air. Perubahan tersebut dapat menyebabkan timbulnya bahaya bagi kehidupan manusia dan organisme lainnya. Pencemaran lingkungan kadang-kadang berupa timbunan sampah di pasar-pasar, pendangkalan sungai yang penuh kotoran, ataupun sesaknya napas dikarenakan asap knalpot atau cerobong asap pabrik. Begitu pula dengan terlepasnya gas hidrogen sulfida dari sumber minyak tua. Jadi yang dimaksud dengan pencemar adalah apabila berpengaruh buruk terhadap lingkungan (Sastrawijaya, 2000).

Pencemaran yang dapat ditimbulkan oleh limbah ada bermacam-macam bentuk, antara lain berupa bau, warna, yang dapat merusak

lingkungan hidup (Palar, 1994). Limbah merupakan bahan sisa atau bahan buangan yang sudah tidak berguna. Limbah dapat berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat merupakan bahan sisa atau bahan buangan yang tidak berguna dan berbentuk padat. Misalnya berupa kaleng minum, daun bekas pembungkus makanan, kertas-kertas sisa dan lain sebagainya. Limbah cair adalah semua jenis bahan sisa yang dibuang dalam bentuk larutan atau berupa zat cair seperti busa deterjen dari limbah rumah tangga atau pencucian emas yang mengandung unsur raksa. Menurut sifatnya, limbah tersebut merupakan jenis bahan sisa yang dibuang dalam bentuk organik dan dapat terurai habis dalam lingkungan karena adanya organisme-organisme pengurai (Darmono, 2001).

Pada saat ini, pencemaran terhadap lingkungan berlangsung di mana-mana dengan laju yang sangat cepat. Sekarang ini beban pencemaran dalam lingkungan sudah semakin berat dengan masuknya limbah industri dari berbagai bahan kimia termasuk logam berat. Pencemaran lingkungan dapat digolongkan menjadi tiga yaitu:

1. Pencemaran air
2. Pencemaran udara
3. Pencemaran tanah

Polusi air atau pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari normal, bukan dari kemurniannya. Pencemaran air terjadi apabila ada perubahan dari segi kandungan, keadaan dan warna sehingga tidak sesuai dan memberikan kesan yang buruk apabila digunakan (Fardiaz, 2000).

Pencemaran udara adalah terdapatnya gas, cair, atau zarah yang terkandung di udara sehingga berlakunya perubahan dan merugikan kehidupan atau bahan-bahan lain. Bahan-bahan tersebut terdapat di udara dan memberikan kesan negatif kepada manusia, tumbuh-tumbuhan dan hewan. Hal ini disebabkan bahan-bahan ini akan masuk ke tubuh manusia melalui pernafasan dan berupaya menyekat pengaliran oksigen ke dalam saluran darah, yang bisa menyebabkan berbagai penyakit. Pencemaran terjadi karena adanya penambahan bermacam-macam bahan sebagai aktivitas dari manusia

pada lingkungan yang biasanya memberikan pengaruh berbahaya bagi lingkungan. Ada tujuh bahan pencemar utama di udara yang terdiri dari: partikulat, sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>), ozone, karbon monoksida (CO), nitrogen oksida (NO), hidrokarbon (HC) dan timbal (Pb). Tanah merupakan sumber daya alam yang mengandung benda organik dan anorganik yang mampu mendukung pertumbuhan tumbuhan. Pencemaran tanah dapat terjadi akibat adanya pencemaran secara langsung, misalnya karena menggunakan pupuk secara berlebihan, pemberian pestisida atau insektisida, dan pembuangan limbah yang tidak dapat dicernakan. Selain terjadi pada tanah pencemaran juga dapat melalui air. Air yang mengandung bahan pencemar akan mengubah susunan kimia tanah sehingga mengganggu jasad yang hidup di dalam atau di permukaan tanah. Ketiga, pencemaran dapat juga melalui udara. Udara yang tercemar akan menurunkan hujan yang mengandung bahan pencemar, akibatnya tanah akan tercemar juga (Sastrawijaya, 2000).

#### D. Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm<sup>3</sup>, dengan nomor atom 22 sampai dengan 92. Logam berat dianggap berbahaya bagi kesehatan bila terakumulasi secara berlebihan di dalam tubuh. Dalam kondisi alam ini, logam berat dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya (Effendi, 2000). Logam berat dapat digunakan dalam proses pelapisan bahan padat dimana proses tersebut disebut *electroplating* yang merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam menggunakan arus listrik searah melalui satu larutan elektrolit. *Electroplating* ditujukan untuk berbagai keperluan, baik untuk skala industri maupun rumah tangga. Kegiatan *electroplating*, selain menghasilkan produk yang berguna juga menghasilkan limbah padat, cair dan emisi gas. Limbah cair *electroplating* di sentra industri kerajinan mengandung anion klorida, bromide, iodide, sianida, tiosianat, oksalat, karbonat, nitrit, nitrat, dan fosfat serta kation Ag<sup>+</sup>, Hg<sub>2</sub><sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>, Hg<sup>2+</sup>, Bi<sup>3+</sup>, Cu<sup>2+</sup>, Co<sup>2+</sup>, Al<sup>3+</sup>, Cr<sup>3+</sup>, Fe<sup>2+</sup>, Mn<sup>2+</sup>, Ni<sup>2+</sup>, dan Zn<sup>2+</sup> (Marwati dkk., 2007).

Logam berat jika sudah terserap ke dalam tubuh tidak dapat dihancurkan tetapi akan tetap tinggal di dalamnya hingga nantinya dibuang melalui proses ekskresi. Hal serupa juga terjadi apabila suatu lingkungan terutama di perairan telah terkontaminasi (tercemar) logam berat maka proses pembersihannya akan sulit sekali dilakukan. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari faktor alam seperti kegiatan gunung berapi dan kebakaran hutan atau faktor manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan, serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga. Logam berat sejatinya unsur penting yang dibutuhkan setiap makhluk hidup. Sebagai *trace element*, logam berat yang esensial seperti tembaga (Cu), selenium (Se), besi (Fe) dan zink (Zn) penting untuk menjaga metabolisme tubuh manusia dalam jumlah yang tidak berlebihan, jika berlebihan akan menimbulkan toksikasi pada tubuh. Logam yang termasuk elemen mikro merupakan kelompok logam berat yang nonesensial yang tidak mempunyai fungsi sama sekali dalam tubuh. Logam tersebut bahkan sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia yaitu timbal (Pb), merkuri (Hg), krom (Cr), arsenik (As) dan cadmium (Cd).

#### 1. Tembaga (Cu)

Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Pada umumnya sumber masuk unsur logam Cu dalam tatanan lingkungan adalah secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam, seperti pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan dari debu atau partikulat Cu yang terdampar dalam lapisan udara dan terbawa turun oleh hujan. Secara non alamiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, seperti buangan industri (contohnya industri galangan kapal) yang memakai Cu dalam proses produksinya. Sebagai logam berat, Cu digolongkan ke dalam logam esensial, artinya

meskipun Cu logam berat yang beracun, unsur ini sangat diperlukan oleh tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi toleransi organisme terkait (Satmoko, 2006).

Toksisitas kronis Cu memiliki gejala berupa kehilangan selera makan, kehausan, krisis hemolitik yang ditandai wajah pucat, urine berwarna coklat, sakit kepala, sakit lambung, kehilangan keseimbangan, muntah dan diare, kerusakan hati, ginjal bahkan menyebabkan kematian. Pada anak-anak bisa menyebabkan penurunan tingkat intelegensia anak-anak dalam masa pertumbuhan, batuk-batuk dan pendarahan hidung. Keracunan akut Cu menyebabkan terjadinya nekrosis sentrilobular hepar (Widowati dkk., 2008)

## 2. Chromium (Cr)

Logam Cr murni tidak pernah ditemukan di alam. Logam ini di alam ditemukan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur-unsur lain. Dalam badan perairan, Cr dapat masuk melalui dua cara, yaitu secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah dapat terjadi disebabkan oleh beberapa faktor fisika seperti erosi (pengikisan) yang terjadi pada batuan mineral. Secara non alamiah berasal dari aktivitas yang dilakukan oleh manusia dapat berupa limbah atau buangan industri sampai buangan rumah tangga (Satmoko, 2006).

Pada kadar yang rendah, kromium tergolong logam esensial bagi manusia yang berguna terutama dalam metabolisme karbohidrat karena bersama-sama dengan insulin menjaga kadar gula darah. Kekurangan kromium dapat mengganggu metabolisme karbohidrat, lemak dan protein serta mengganggu pertumbuhan. Namun, kromium pada jumlah yang tinggi dapat menyebabkan reaksi alergi, peradangan, keracunan, kerusakan organ tubuh, penyakit kanker bahkan kematian (Bramandita, 2009).

### 3. Nikel (Ni)

Nikel adalah unsur kimia metalik yang termasuk kelompok VIII B dari tabel periodik. Nikel memiliki kepadatan spesifik  $8,90 \text{ g/cm}^3$ , titik leleh  $1555 \text{ }^\circ\text{C}$ , dan titik didih  $2837 \text{ }^\circ\text{C}$ . Nikel mempunyai sifat tahan karat. Dalam keadaan murni, nikel bersifat lembek tetapi jika dipadukan dengan besi, krom, dan logam lainnya dapat membentuk baja tahan karat yang keras. Bentuk umum adalah ion nikel (II). Nikel karbonat, sulfida nikel, dan nikel oksida tidak larut dalam air, sedangkan nikel klorida dan nikel nitrat yang larut dalam air. Dalam sistem biologi, nikel terlarut dapat membentuk komponen yang kompleks dengan berbagai ligan dan berikatan dengan bahan organik (WHO, 1991).

Nikel bagi manusia merupakan kofaktor yang membantu metabolisme. Tingginya kadar Ni dalam jaringan tubuh manusia bisa mengakibatkan munculnya berbagai efek, yaitu akumulasi Ni pada kelenjar pituitari mengakibatkan depresi sehingga mengurangi sekresi hormon prolaktin I bawah normal. Akumulasi Ni pada pankreas bisa menghambat sekresi hormon insulin (Widowati dkk., 2008).

#### E. Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectrophotometry* merupakan suatu metode yang berguna pada penentuan beberapa logam dalam jumlah kecil. Pada suatu nyala atom terbanyak lebih berada dalam keadaan elektronik dasar daripada dalam keadaan tereksitasi (Day & Underwood, 1998). Metode SSA merupakan salah satu cara analisis yang dapat digunakan untuk menentukan unsur-unsur atau logam-logam pada suatu sample.

Prinsip dasar dari teknik Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah elektron dalam suatu atom pada keadaan dasar menyerap energi cahaya pada panjang gelombang tertentu dan berubah ke tingkat energi yang lebih tinggi (tereksitasi). Jumlah atom yang dilewati cahaya dan tereksitasi berbanding lurus dengan jumlah energi yang diserap. Dengan mengukur

jumlah energi cahaya yang diserap maka dapat menentukan jumlah atau konsentrasi atom elemen yang diuji dalam sampel (Suryana, 2001).

Hubungan kuantitatif antara intensitas radiasi yang diserap dan konsentrasi unsur yang ada dalam larutan cuplikan menjadi dasar pemakaian SSA untuk analisis unsur-unsur logam. Untuk membentuk uap atom netral dalam keadaan atau tingkat energi dasar yang siap menyerap radiasi dibutuhkan sejumlah energi. Energi ini biasanya berasal dari nyala hasil pembakaran campuran gas asetilen-udara atau asetilen-N<sub>2</sub>O, tergantung suhu yang dibutuhkan untuk membuat unsur analit menjadi uap atom bebas pada tingkat energi dasar (*ground state*). Berlaku hubungan yang dikenal dengan hukum Lambert-Beer yang menjadi dasar dalam analisis kuantitatif secara SSA. Hubungan tersebut dirumuskan dalam persamaan sebagai berikut:

$$A = \epsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c \dots \dots \dots (1)$$

dengan:

A = absorbansi, tanpa dimensi

a = koefisien serapan

b = panjang jejak sinar dalam medium berisi atom penyerap

c = konsentrasi (Boybul & Haryati, 2009)

#### Proses Absorpsi

Pada absorpsi, jika pada populasi atom yang berada pada tingkat dasar dilewatkan suatu berkas radiasi maka akan terjadi penyerapan energi radiasi oleh atom-atom tersebut. Frekuensi radiasi yang paling banyak diserap adalah frekuensi radiasi resonan dan bersifat karakteristik untuk tiap unsur. Pengurangan intensitasnya sebanding dengan jumlah atom yang berada pada tingkat dasar. Metode spektroskopi serapan atom (SSA) mendasarkan pada prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom yang transisi elektroniknya bersifat spesifik. Dengan

menyerap suatu energi, maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat ditingkatkan energinya ke tingkat eksitasi (Gandjar & Rohman, 2007).

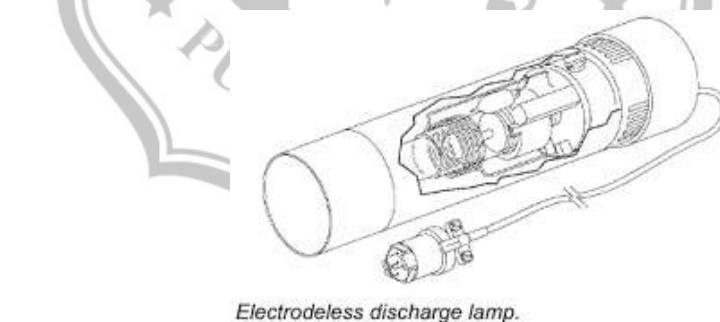
Komponen-komponen dasar dari alat spektrofotometri serapan atom, yaitu: sumber radiasi, tabung katoda cekung, pemotong berputar dan motor, nyala (bahan bakar oksigen), monokromator, detektor, penguat arus searah, pencatat (Day & Underwood, 1998).

Komponen-komponen SSA

#### 1. Sumber sinar

Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga (*hallow cathode lamp*). *Hallow Cathode Lamp* terdiri dari katoda cekung yang silindris yang terbuat dari unsur yang sama dengan yang akan dianalisis dan anoda yang terbuat dari tungsten. Dengan pemberian tegangan pada arus tertentu, logam mulai memijar dan atom-atom logam katodanya akan teruapkan dengan pemercikan. Atom akan tereksitasi kemudian mengemisikan radiasi pada panjang gelombang tertentu (Khopkar, 1990).

Diagram skematik lampu katoda dapat dilihat pada Gambar 4.



**Gambar 1. Diagram skematik lampu katoda cekung (Khopkar, 1990).**

Sumber radiasi lain yang sering dipakai adalah ” *Electrodless Dischcarge Lamp*” lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan *Hallow Cathode Lamp* (lampu katoda cekung), tetapi mempunyai output radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis unsur-unsur As dan Se, karena lampu *Hallow Cathode Lamp* untuk unsur-unsur ini mempunyai signal yang lemah dan tidak stabil.

## 2. Tempat sampel

Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan asas. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah sampel menjadi atom-atom yaitu dengan nyala (*flame*) dan dengan tanpa nyala (*flameless*) (Gandjar & Rohman, 2007).

### a. Nyala (*Flame*)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan berfungsi untuk atomisasi. Pada spektrofotometri emisi atom, nyala ini berfungsi untuk mengeksitasikan atom dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi. Suhu yang dapat dicapai oleh nyala tergantung pada gas-gas yang digunakan. Sumber nyala yang paling sering digunakan adalah campuran asetilen sebagai bahan pembakar dan udara sebagai pengoksidasi (Gandjar & Rohman, 2007).

Cara pengatoman pada nyala:

Pemasukan sampel ke dalam nyala dengan cara yang tetap dan seragam membutuhkan suatu alat yang mampu mendispersikan sampel secara seragam didalam nyala. Ada beberapa cara atomisasi dengan nyala ini, yaitu:

#### 1) Cara langsung (pembakar konsumsi total atau *total consumption burner*)

Pada sistem ini sampel dihembuskan (diaspirasikan) secara langsung kedalam nyala, dan semua sampel akan dikonsumsi oleh pembakar. Variasi ukuran kabut (droplet) sangat besar. Diameter partikel rata-rata sebesar 20 mikron, dan sejumlah partikel ada yang mempunyai diameter lebih besar 40 mikron. Semakin besar kabut yang melewati nyala (tanpa semuanya diuapkan), maka efisiensinya semakin rendah (Gandjar & Rohman, 2007).

## 2) Cara tidak langsung

Pada cara ini, larutan sampel dicampur terlebih dahulu dengan bahan pembakar dan bahan pengoksidasi dalam suatu kamar pencampur sebelum dibakar. Tetesan-tetesan yang besar akan tertahan dan tidak masuk ke dalam nyala. Dengan cara ini, ukuran terbesar yang dapat masuk ke dalam nyala  $\pm 10$  mikron sehingga nyala lebih stabil dibandingkan dengan cara langsung. Masalah yang terkait dengan penggunaan cara ini adalah adanya kemungkinan nyala membakar pencampur dan terjadi ledakan. Akan tetapi, hal ini dapat dihindari dengan menggunakan lubang sempit atau dengan cara mematuhi aturan yang benar terkait cara menghidupkan gas (Gandjar & Rohman, 2007).

### b. Tanpa nyala (*Flameless*)

Teknik atomisasi dengan nyala dinilai kurang peka karena, atom gagal mencapai nyala, tetesan sampel yang masuk ke dalam nyala terlalu besar, dan proses atomisasi kurang sempurna.

#### 1) Monokromator

Monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan dalam analisis. Disamping sistem optik, dalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut *chopper* (Gandjar & Rohman, 2007).

Dalam pemilihan panjang gelombang, panjang gelombang menunjukkan bilangan tertentu yang spesifik untuk suatu unsur. Pemilihan panjang gelombang resonansi yang dapat digunakan untuk pengukuran pada SSA berkisar antara 180-380 nm. Sinar ini spesifik untuk setiap sinar yang diteruskan akan berkurang intensitasnya yang sesuai dengan kadar atom yang berada pada nyala (Soemarno, 2002).

## 2) Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengatoman. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*). Ada 2 cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi yaitu : (a) yang memberikan respon terhadap radiasi resonansi dan radiasi kontinyu; dan (b) yang hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi. Pada cara pertama, *output* yang dihasilkan dari radiasi resonansi dan radiasi kontinyu disalurkan pada sistem galvanometer dan setiap perubahan yang disebabkan oleh radiasi resonansi akan menyebabkan perubahan *output*. Pada cara kedua, *output* berasal dari radiasi resonansi dan radiasi kontinyu yang dipisahkan. Dalam hal ini, sistem penguat harus cukup selektif untuk dapat membedakan radiasi. Cara terbaik adalah dengan menggunakan detektor yang hanya peka terhadap radiasi resonansi yang termodulasi (Gandjar & Rohman, 2007).

## 3) Readout

*Readout* merupakan suatu alat penunjuk atau dapat juga diartikan sebagai sistem pencatatan hasil. Pencatatan hasil dilakukan dengan suatu alat yang telah terkalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka atau berupa kurva dari suatu recorder yang menggambarkan absorpsi atau intensitas emisi (Gandjar & Rohman, 2007).

Spektrofotometri serapan atom kegunaannya lebih ditentukan untuk analisis kuantitatif logam-logam alkali dan alkali tanah. Untuk maksud ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain:

- a) Larutan sampel diusahakan seencer mungkin, kadar unsur yang dianalisis tidak lebih dari 5% dalam pelarut yang sesuai. Larutan yang dianalisis lebih suka diasamkan atau

kalau dilebur dengan alkali tanah terakhir harus diasamkan lagi.

- b) Sebaiknya dihindari pemakaian pelarut aromatik atau halogenida. Pelarut organik yang umum dipakai adalah keton, ester, dan etil asetat atau pelarut-pelarut untuk analisis (p.a).
- c) Dilakukan perhitungan atau kalibrasi dengan zat standar, sama seperti pada pelaksanaan spektrofotometri UV-VIS (Mulya & Suherman, 1995).

