

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Pencemaran

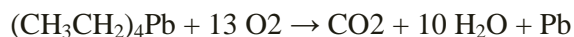
Pencemaran atau polusi adalah suatu kondisi yang telah berubah dari bentuk asal pada keadaan yang lebih buruk. Pergeseran bentuk tatanan dari kondisi asal pada kondisi yang buruk ini dapat terjadi sebagai akibat masukan dari bahan-bahan pencemar atau polutan. Bahan polutan tersebut pada umumnya mempunyai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

Ada beberapa pencemaran lingkungan, salah satu diantaranya adalah pencemaran udara. Secara umum penyebab pencemaran udara ada dua macam, yaitu:

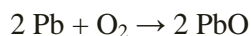
1. Karena faktor internal (secara alamiah), contoh: debu yang beterbangan akibat tiupan angin, proses pembusukan sampah organik, dan lain-lain.
2. Karena faktor eksternal (karena ulah manusia), contoh : hasil pembakaran bahan bakar fosil, pemakaian zat kimia yang disemprotkan di udara (Wardhana, 1995).

Suatu lingkungan hidup dikatakan tercemar apabila telah terjadi perubahan-perubahan dalam tatanan lingkungan itu sehingga tidak sama lagi dengan bentuk asalnya, sebagai akibat dari masuk dan atau dimasukkannya suatu zat atau benda asing ke dalam tatanan lingkungan itu. Perubahan yang terjadi sebagai akibat dari kemasukan benda asing itu, memberikan pengaruh (dampak) buruk terhadap organisme yang sudah ada dan hidup dengan baik dalam tatanan lingkungan tersebut (Palar, 1994).

Pada saat  $(\text{CH}_3\text{CH}_2)_4\text{Pb}$  terbakar, menghasilkan tidak hanya karbon dioksida dan air tetapi juga timbal



Timbal yang dihasilkan bereaksi lebih lanjut menjadi timbal oksida



## B. Sumber Pencemaran

Aktivitas kehidupan yang sangat tinggi yang dilakukan oleh manusia ternyata telah menimbulkan bermacam-macam efek yang buruk bagi kehidupan manusia dan tatanan lingkungan hidupnya. Aktivitas yang pada prinsipnya merupakan usaha manusia untuk dapat hidup dengan layak dan berketurunan dengan baik, telah merangsang manusia untuk melakukan tindakan-tindakan yang menyalahi kaidah-kaidah yang ada dalam tatanan lingkungan hidupnya. Akibatnya terjadi pergeseran keseimbangan dalam tatanan lingkungan dari bentuk asal ke bentuk yang baru yang cenderung lebih buruk (Palar, 1994).

Udara di sekitar kita dewasa ini sangat peka terhadap pencemaran. Berbagai jenis polutan sebagai efek samping dari produk-produk yang diperlukan manusia telah banyak mencemari udara yang kita hirup setiap saat. Bahan pencemar seperti senyawa karbon ( $\text{CO}$ ,  $\text{CO}_2$ ), sulfida ( $\text{SO}_2$ ,  $\text{SO}_3$ ), nitrogen ( $\text{NO}$ ,  $\text{NO}_2$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ ), partikel logam, ( $\text{Pb}$ ,  $\text{Cd}$ ,  $\text{As}$ ,  $\text{Hg}$ ), dan beberapa senyawa kimia lainnya telah terbukti mencemari udara, terutama di daerah industri dan perkotaan. Semakin hari pencemaran udara tersebut bila diteliti dan dianalisis, jumlahnya semakin meningkat sehingga kita harus waspada akan akibat yang ditimbulkannya (Darmono, 2001).

## C. Logam Berat Timbal (Pb)

Timbal atau dalam keseharian lebih dikenal dengan nama timah hitam, dalam bahasa ilmiahnya dinamakan *plumbum*, dan logam ini disimbolkan dengan Pb. Logam ini termasuk ke dalam kelompok logam-logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia. Mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,19 gram/mol, titik lebur  $327^\circ\text{C}$  dan titik didih  $1725^\circ\text{C}$  (Palar, 1994).

Timbal banyak digunakan untuk berbagai keperluan karena sifat-sifatnya yaitu :

1. Mempunyai titik cair yang rendah sehingga jika digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik sederhana dan tidak mahal;

2. Timbal merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk;
3. Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai pelindung jika kontak dengan udara lembab (Fardiaz, 1992).

Bahaya yang ditimbulkan oleh penggunaan timbal (Pb) adalah sering menyebabkan keracunan. Keracunan Pb ini kebanyakan disebabkan oleh pencemaran lingkungan atau udara (Darmono, 2001).

Salah satu faktor yang menyebabkan tingginya kontaminasi timbal pada lingkungan adalah pemakaian bensin bertimbal yang masih tinggi di Indonesia untuk mempermudah bensin premium terbakar, titik bakarnya harus diturunkan melalui peningkatan bilangan oktan dengan penambahan timbal dalam bentuk *Tetra Ethyl Lead* (TEL) (Darmono, 1995).

Timbal dapat masuk ke tubuh manusia melalui absorpsi timbal pada sayuran, asap hasil pembakaran *Tetra Ethyl Lead* (TEL) yang diabsorpsi kulit dan dihirup, serta air minum yang terkontaminasi timbal organik atau ion timbal. Fisik timbal sangat mirip dengan kalsium (Martaningtyas, 2004).

#### **D. Pencemaran Lingkungan Akibat Logam Berat**

Pencemaran logam timbal (Pb) dalam tanaman dapat disebabkan oleh asap kendaraan bermotor, pupuk pestisida dan air tanah yang mengandung logam Pb. Terdapat dua jalan masuknya cemaran logam ke dalam tanaman: (1) melalui permukaan daun di atas tanah, dan (2) melalui sistem perakaran. Proses melarutnya senyawa metabolit pada permukaan daun menyebabkan senyawa tersebut masuk dalam tanah. Sedangkan yang masuknya melalui sistem perakaran pertama harus melewati tanah. Setelah masuk, logam dapat disebarkan ke bagian lain dari tanaman tersebut, tetapi logam dapat juga tidak bergerak oleh penyerapan ke permukaan atau detoksifikasi oleh perkhelatan dengan senyawa yang ada di dalam tanaman. Secara umum akumulasi logam terjadi di permukaan daun, batang, dan akar (Connel & Miller, 1995)

### E. Daun Caisin

Caisin (*Brassica juncea L.*) merupakan tanaman semusim, berbatang pendek hingga hampir tidak terlihat. Daun caisin berbentuk bulat panjang serta berbulu halus dan tajam, urat daun utama lebar dan berwarna putih (Sunarjono, 2004).

Di antara sayuran, daun caisin merupakan komoditas yang memiliki nilai komersial dan digemari masyarakat Indonesia. Konsumen menggunakan daun caisin baik sebagai bahan pokok maupun sebagai pelengkap masakan tradisional dan masakan cina. Selain sebagai bahan pangan, daun caisin dipercaya dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan pada penderita batuk. Daun caisin pun berfungsi sebagai penyembuh sakit kepala dan mampu bekerja sebagai pembersih darah (Haryanto *et al.*, 2001).

Manfaat daun caisin adalah daunnya digunakan sebagai sayur dan bijinya juga dimanfaatkan sebagai minyak serta pelezat makanan. Daun caisin banyak disukai karena rasanya serta kandungan beberapa vitaminnya. Adapun klasifikasi tanaman caisin adalah sebagai berikut :

Kingdom : Plantae  
 Sub-kingdom : Tracheobionta  
 Super-divisio : Spermatophyta  
 Divisio : Magnoliophyta  
 Kelas : Magnoliopsida  
 Sub-kelas : Dilleniidae  
 Ordo : Capparales  
 Familia : Brassicaceae  
 Genus : Brassica  
 Spesies : *Brassica juncea* (L.) Czern (Arief, 1990).

### F. Spektrofotometri Serapan Atom

Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) pertama kali dikembangkan oleh Walsh, Alkalmede dan Melatz (1995) yang ditujukan untuk analisa logam renik dalam sampel yang dianalisis. Sampai saat ini

metode SSA telah berkembang dengan pesat dan hampir mencapai sejumlah 70 unsur yang dapat ditentukan dengan metode ilmiah (Mulja dan Suharman, 1995).

SSA kegunaanya lebih ditentukan untuk analisis logam alkali dan alkali tanah. Untuk maksud ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan antara lain: larutan sampel dibuat dengan konsentrasi yang kecil, kadar unsur yang dianalisis tidak lebih dari 5% dalam pelarut yang sesuai (Mulja dan Suharman, 1995).

Interaksi materi dengan berbagai energi seperti energi panas, energi radiasi, energi kimia dan energi listrik selalu memberikan sifat-sifat yang karakteristik untuk setiap unsur (atau persenyawaan), dan besarnya perubahan yang terjadi biasanya sebanding dengan jumlah unsur atau persenyawaan. Di dalam kimia analisis yang berdasarkan pada proses interaksi itu antara lain cara analisis spektrofotometri serapan atom yang biasa berupa cara emisi dan cara absorpsi (serapan) (Gandjar dan Rohman, 2007).

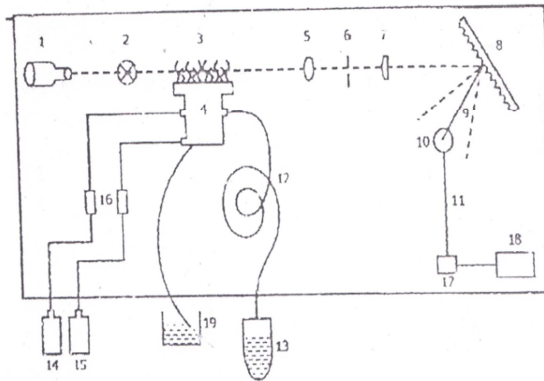
Pada cara emisi interaksi dengan energi menyebabkan eksitasi atom yang mana keadaan ini tidak berlangsung lama dan akan kembali ke tingkat semula dengan melepaskan sebagian atau seluruh energi eksitasinya dalam bentuk radiasi. Frekuensi radiasi yang dipancarkan bersifat karakteristik untuk setiap unsur atau intensitasnya sebanding dengan jumlah atom yang tereksitasi dan yang mengalami proses de-eksitasi. Pemberian energi dalam bentuk nyala merupakan salah satu cara untuk eksitasi atom ke tingkat yang lebih tinggi. Cara tersebut dikenal dengan nama spektrofotometri emisi nyala (Gandjar dan Rohman, 2007)

Pada absorpsi, jika pada populasi berada pada tingkat dasar dilewatkan suatu berkas 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 (Gandjar dan Rohman, 2007).

## 1. Prinsip Spektrofotometri Serapan Atom

Metode SSA berprinsip pada absorpsi cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Misalnya timbal menyerap pada 217 nm. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Transisi elektronik suatu unsur bersifat spesifik. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh lebih banyak energi, suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Spektrum atomik untuk masing-masing unsur terdiri atas garis-garis resonansi dapat berupa spektrum yang berasosiasi dengan tingkat energi molekul, biasanya berupa pita-pita lebar ataupun garis tidak berasal dari eksitasi tingkat dasar yang disebabkan proses atomisasinya (Khopkar, 1990).

Cara kerja alat ini berdasarkan penguapan larutan sampel, kemudian logam yang dikandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang mengandung unsur yang ditentukan. Alat SSA model *flame* AAS (sistem nyala) sangat sensitif untuk mendeteksi logam dalam konsentrasi yang sangat kecil dalam sampel (ppb), dengan cuplikan dalam bentuk logam. Biasanya larutan yang diperlukan hanya 1-100  $\mu$ l dan dengan temperatur pembakaran dapat mencapai 300°C (pembakaran secara elektrik). Proses atomisasi dengan temperatur yang tinggi tersebut dapat menyempurnakan proses. Pengatoman dari suatu larutan sampel yang dapat dideteksi dengan alat ini adalah Cd, Cu, Co, Zn, Pb, Mn dan sebagainya yang jumlahnya yang relatif sedikit dalam jaringan biologis (Darmono, 1995).



(Darmono, 1995)

**Gambar 1.** Bagan dan sistem kerja mesin atomik absorption spektrofotometer (AAS) untuk menganalisa logam atau mineral.

Keterangan gambar 1. 1) Lampu Katoda; 2). Baling-baling; 3) Nyala; 4) Pengkabut; 5) Lensa Penyearah; 6) Celah/slit; 7) Lensa Kolimating; 8) Kisi defraksi; 9) Sinar Defraksi; 10) Celah Keluar sinar; 11) Tabung Cahaya; 12) Selang Penghisap cairan; 13) Cairan sampel atau standar; 14) Asetilen; 15) Udara; 16) Alat ukur laju bahan bakar, 17) Penguat signal; 18) Pencatat Digital; 19) Pembuangan cairan.

(Darmono, 1995).

## 2. Instrumentasi

### a. Sumber sinar

Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga (*hallow cathode lamp*). Lampu ini terdiri tabung kaca tertutup yang mengandung suatu katoda dan anoda. Katoda sendiri berbentuk silinder berongga yang terbuat dari logam atau dilapisi dengan logam tertentu. Tabung logam ini diisi dengan gas mulia (neon atau argon) dengan tekanan rendah (10-15 torr). Neon biasanya lebih disukai karena memberikan intensitas pancaran lampu yang lebih rendah. Bila antara anoda dan katoda diberi suatu tegangan yang tinggi (600 volt), maka katoda akan memancarkan berkas-berkas elektron yang bergerak menuju anoda yang mana kecepatannya dan energinya sangat tinggi.

Elektron-elektron dengan energi tinggi ini dalam perjalanannya menuju anoda akan bertabrakan dengan gas-gas mulia yang diisikan.

Akibat dari tabrakan-tabrakan ini membuat unsur-unsur gas mulia akan kehilangan elektron dan menjadi ion bermuatan positif. Ion-ion gas mulia yang bermuatan positif ini selanjutnya akan bergerak ke katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi dan unsur-unsur akan terlempar keluar dari permukaan katoda. Atom-atom dari katoda ini kemudian akan mengalami eksitasi ke tingkat energi-energi elektron yang lebih tinggi dan akan memancarkan spektrum pancaran dari unsur yang sama dengan unsur yang akan dianalisis.

b. Tempat sampel

Sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan dasar. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu: dengan nyala (*flame*) dan dengan tanpa nyala (*flameless*).

c. Nyala (*flame*)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya dan juga berfungsi untuk atomisasi.

d. Monokromator

Pada SSA monokromator dimaksudkan untuk memisahkan dan memilih panjang gelombang yang digunakan untuk analisis. Di samping sistem optik, dalam monokromator juga terdapat suatu alat yang digunakan untuk memisahkan radiasi resonansi dan kontinyu yang disebut *chopper*.

e. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui pengatoman. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*).

f. *Readout*

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

