

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.)

Keong mas satu famili dengan keong lokal, yaitu keong gondang *Pila ampullacea*, famili Ampullariidae yang merupakan siput air tawar. Siput ini berbentuk bundar atau setengah bundar. Rumah siput berujung pada menara pendek dengan 4 hingga 5 putaran kanal yang dangkal. Pada mulut rumah siput terdapat penutup mulut yang disebut operculum yang kaku. keluarga siput Ampullariidae berukuran besar, rumah siput bisa mencapai 100 mm.

Menurut Cowie, R.H (2007), *Pomacea canaliculata* L. sama dengan *P. insularum*. Penamaan yang berbeda dari spesies yang sama tersebut karena *P. canaliculata* banyak ditemukan pada lahan yang tergenang, sedangkan *P. insularum* banyak ditemukan pada air dengan arus yang mengalir. Berdasarkan contoh keong mas yang diambil dari beberapa Negara di Asia Tenggara, keong mas termasuk *P. canaliculata* berasal dari beberapa daerah di Amerika Selatan, termasuk Argentina.

Keong mas (*Pomacea canaliculata* L.) termasuk golongan *mollusca* atau siput adalah golongan hewan bertubuh lunak dan tidak beruas. Binatang ini suka mengeluarkan lendir, dan aktif makan pada malam hari. Pada siang hari biasanya bersembunyi di tempat teduh dan lembab. Alat makannya berbentuk seperti lidah dengan permukaan kasar yang disebut dengan *radula*. Jenis *mollusca* ini menyerang tanaman dengan cara memakan atau merusak daun sehingga dalam waktu relatif singkat tanaman sudah gundul (Rukmana, 1997).

P. canaliculata secara morfologi ditandai oleh karakteristik rumah siput yang bundar dan menara pendek, rumah siput yang tebal, besar, lima sampai enam putaran di dekat menara dengan kanal yang dalam, mulut yang besar dengan bentuk bulat sampai oval, operculum tebal rapat menutup mulut, berwarna cokelat

sampai kuning muda, bergantung pada tempat berkembangnya, dagingnya lunak berwarna putih krem atau merah jambu keemasan atau kuning orange.



Gambar 2.1 : Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.)

Klasifikasi ilmiah untuk keong mas adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Mollusca
Kelas	: Gastropoda
Sub family	: Ampullarioidea
Family	: Ampullariidae
Genus	: Pomacea
Spesies	: <i>Pomacea canaliculata</i>

(http://id.wikipedia.org/wiki/Siput_murbai)

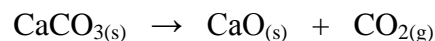
Keong mas mempunyai gizi yang tinggi, selain protein, kalori dan karbohidrat keong mas ini mengandung vitamin dan mineral, ini menjadi alasan mengapa bisa menjadi alternatif terpenting dalam pembuatan rangsum untuk pakan ternak. Habitat keong mas ini (khususnya di sumatera) berada pada rawa-rawa, persawahan daerah tropik dan sub tropik dengan suhu terendah 10 °C. Adapun rumah keong mas (cangkang) memiliki kandungan protein kasar, kalium, bahan kering (kalsium) dan sejumlah kecil nitrogen dan fosfor. Komposisi cangkang keong mas ini juga dipengaruhi oleh lingkungan tempat hidup keong mas tersebut. (<http://sukajayafarm.wordpress.com/2013/04/23>).

Setiawan (2008) telah meneliti kandungan cangkang keong mas dengan kandungan CaCO₃ sebanyak 95-99 %. Cangkang keong mas ini digunakan sebagai energizer di dalam proses karburisasi padat pada baja karbon rendah. Komposisi pada cangkang keong mas hampir sama dengan jenis hewan *mollusca* lainnya. Cangkang keong mas hampir seluruhnya dari kalsium karbonat. Kalsium fosfat, silikat, magnesium karbonat, besi dan zat organik lainnya membentuk sisa

komposisi protein struktural, dan senyawa fosfor (Gosu, 2011). Secara kimia abu cangkang keong mas terdiri dari oksida logam berupa 61,95 % CaO, 10,20 % SiO₂, 3,15 % Fe₂O₃, 0,18 % MgO, 4,81 % Al₂O₃, 0,03 % SO₃, 0,05 % K₂O, 0,04 % Na₂O, 0,01% P₂O₅, 0,01 % MnO₃ dan 0,01 % TiO₂ (Etuk dkk., 2012).

2.2 Kalsium Oksida

Kalsium oksida merupakan padatan kristal berwarna putih yang memiliki titik lebur 2572 °C. Kalsium oksida dapat dibuat dengan memanaskan *limestone*, *coral*, kerang laut, atau kapur, yang sebagian besar disebut dengan CaCO₃ pada suhu 500 – 600°C, untuk menghilangkan karbon dioksida.



Reaksi ini merupakan reaksi reversibel, kalsium oksida akan bereaksi dengan karbon dioksida untuk membentuk kalsium karbonat. Produksi kalsium oksida dari batu kapur merupakan salah satu transformasi kimia tertua yang diproduksi oleh manusia.

Kalsium oksida memiliki berbagai sebutan dalam bahasa kuno. Dalam bahasa latin, kalsium oksida disebut dengan abu yang diambil dari elemen kalsium. Dalam bahasa inggris kuno, namanya adalah *lime*, yang merupakan asal-usul nama komersial modern untuk kalsium oksida yaitu kapur. Banyaknya kapur di kerak bumi dan kemudahannya transformasi kalsium oksida cukup untuk menjelaskan mengapa kapur merupakan salah satu produk kimia tertua. *Lime* memiliki banyak sifat yang membuatnya cukup berharga. Hal ini sangat berguna dan saat ini diproduksi industri dalam skala besar, lebih dari 22 juta ton yang diproduksi di Amerika Serikat pada tahun 2000.

Pada awal penggunaan *lime*, mengeksploitasi kemampuannya untuk bereaksi dengan karbon dioksida untuk membentuk kalsium karbonat. Ketika kapur dicampur dengan air dan pasir, hasilnya adalah mortar, yang digunakan dalam konstruksi untuk mengamankan batu bata. Campuran ini secara bertahap mengeras. Pada suhu kamar, reaksi kapur dengan karbon dioksida sangat lambat.

Hal ini dipercepat dengan mencampurkan kapur dengan air, membentuk kalsium hidroksida, yang disebut kapur mati.



Bahkan dengan kecepatan reaksi yang terus meningkat, mortar membutuhkan bertahun-tahun untuk dapat bereaksi dan reaksi tersebut dapat terjadi secara lengkap (http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_Oxide.html).

2.2.1 Penggunaan Kalsium Oksida

Kalsium oksida banyak digunakan sebagai adsorben untuk menyerap logam. Jasinda dkk. (2013) menggunakan cangkang telur bebek yang telah diaktivasi pada suhu 600 °C dan menggunakannya sebagai adsorben ion kadmium. Nilai persentase kemampuan adsorpsi cangkang telur bebek dalam menyerap logam adalah 64,6667 %.

Perkembangan katalis CaO menjadi katalis CaO super basa untuk reaksi transesterifikasi pembentukan biodiesel. Aktivitas katalis CaO dan katalis CaO super basa diuji melalui reaksi transesterifikasi di dalam reaktor gelas pada suhu 60-65 °C. kadar metal ester biodiesel yang dihasilkan mencapai 98,8 % (Fanny *et al.* 2012).

CaO juga merupakan bahan penting dalam pembuatan bahan kimia. Penggunaannya yang utama yaitu dalam memproduksi kalsium karbida, CaC₂. Kalsium karbida diproduksi dengan memanaskan kapur. Penggunaan kapur yang paling penting juga bergantung pada kemampuannya untuk membentuk larutan dengan silikat. Hampir 45 % dari kapur yang digunakan dalam industri baja. Baja dan besi yang dihasilkan dari bijih, yaitu batuan yang mengandung besi oksida. Bijih ini juga mengandung sejumlah besar silikat. Ketika kalsium oksida dicampur dengan bijih dan campuran meleleh, silikat ini bergabung dengan kapur, membentuk larutan cair.

Dalam industri kertas menggunakan kayu dalam pembuatan pulp, karena kalsium oksida sangat alkali, sehingga dapat digunakan untuk melarutkan lignin yang mengikat serat bersama-sama dalam kayu. Dalam pemurnian gula, kapur

menyebabkan koagulasi bahan tanaman, yang memungkinkan untuk lebih mudah dipisahkan dari sirup gula (http://en.wikipedia.org/wiki/Calcium_Oxide.html).

2.3 Pencemaran Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai densitas $<5 \text{ g/cm}^3$ dalam air laut, logam berat terdapat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alam ini, logam berat dibutuhkan oleh organism untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya (Effendi, 2000).

Selain bersifat racun, logam berat juga terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota laut. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh mereka. Karena itu logam-logam cenderung untuk menumpuk dalam tubuh mereka. Sebagai akibatnya, logam-logam ini akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu trofik level yang lebih rendah yang telah tercemar (Hutabarat, 1991).

Logam berat biasanya ditemukan sangat sedikit sekali dalam air secara alamiah, yaitu kurang dari 1 ng/l . Bila terjadi erosi alamiah, konsentrasi logam tersebut dapat meningkat. Dalam mempelajari konsentrasi dalam lingkungan perairan, terlebih dahulu perlu diketahui tujuan dan pengetahuan mengenai spesiasi logam. Idealnya penelitian tersebut harus terlebih dahulu mengetahui alur pergerakan logam yang diteliti, hubungan interaksi masing-masing logam terhadap logam lain, model distribusi logam dalam jaringan biota air, dan akumulasinya dalam setiap jaringan.

Logam juga dapat menyebabkan timbulnya suatu bahaya pada makhluk hidup. Hal ini terjadi jika sejumlah logam mencemari lingkungan. Logam-logam tertentu sangat berbahaya jika ditemukan dalam konsentrasi tinggi dalam lingkungan, karena logam tersebut mempunyai sifat merusak tubuh makhluk hidup. Di samping hal tersebut, beberapa logam sangat diperlukan dalam proses kehidupan makhluk hidup. Dalam hal ini logam dapat dibagi menjadi dua bagian, yaitu logam esensial dan nonesensial. Logam esensial adalah logam yang sangat

membantu di dalam proses fisiologi makhluk hidup dengan jalan membantu kerja enzim atau pembentukan organ dari makhluk yang bersangkutan. Sedangkan logam non esensial adalah logam yang peranannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui, kandungannya dalam jaringan hewan sangat kecil dan apabila kandungannya tinggi akan merusak organ tubuh makhluk yang bersangkutan (Vogel, A.I. 1994).

Toksisitas logam berat bisa dikelompokkan menjadi 3, yaitu bersifat toksik tinggi yang terdiri dari unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn; bersifat toksik sedang yang terdiri dari unsur-unsur Cr, Ni dan Co; dan bersifat toksik rendah yang terdiri atas unsure Mn dan Fe. Tingkat toksisitas logam berat terhadap hewan air, mulai dari yang paling toksik, adalah Hg, Cd, Zn, Pb, Cr, Ni dan Co. tingkat toksisitas terhadap manusia dari yang paling toksik adalah Hg, Cd, Ag, Ni, Pb, As, Cr, Sn, dan Zn (Widowati dkk. 2008).

2.3.1 Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan salah satu unsur logam transisi golongan 2B yang berwarna putih perak dan mudah dibentuk. kadmium memiliki massa atom 112,41 sma, densitas 8,65 gram/cm³, dan memiliki titik lebur 594,26 K. Kadmium ditemukan di alam dalam mineral *greenockite*, dan dipisahkan dengan seng melalui penyulingan (destilasi) bertingkat atau melalui proses elektrolisis (Sunardi. 2006).

Unsur logam berat Kadmium (Cd) terdapat dalam tanah secara alami dengan kandungan rata-rata rendah yaitu 0,4 mg/kg tanah. Pada tanah yang bebas polusi kandungannya adalah 0,06-1,00 mg/kg tanah. Peningkatan kandungan kadmium dapat berasal dari asap kendaraan dan pupuk fosfat yang terakumulasi di tanah. Pada umumnya tanaman menyerap hanya sedikit (1-5 %) larutan kadmium yang ditambahkan ke dalam tanah. Akumulasi dalam jangka waktu lama dapat meningkatkan kandungan kadmium dalam tanah dan tanaman yang sedang tumbuh. Sayuran mengakumulasi kadmium lebih banyak dibandingkan tanaman pangan lainnya (Subowo *et al*, 1999).

2.3.1.1 Pemanfaatan Kadmium

Logam kadmium digunakan untuk elektrolisis, bahan pigmen untuk industri cat, enamel dan plastik. Logam kadmium masuk ke dalam jaringan makhluk hidup melalui beberapa cara seperti pernapasan, pencernaan dan penetrasi melalui kulit (Darmono, 1999).

Kadmium merupakan logam yang sangat penting dan banyak kegunaannya, khususnya untuk *electroplating* (pelapisan elektrik) serta galvanisasi karena kadmium memiliki keistimewaan nonkorosif. Kadmium banyak digunakan dalam pembuatan *alloy*, pigmen warna pada cat, keramik, plastik, stabilizer plastik, katode untuk Ni-Cd pada baterai, bahan fotografi, pembuatan tabung TV, karet, sabun, kembang api, percetakan tekstil, dan pigmen untuk gelas dan email gigi (Widowati dkk. 2008).

Pemanfaatan kadmium dan persenyawaannya meliputi:

1. Senyawa CdS dan CdSeS yang banyak digunakan sebagai zat warna.
2. Senyawa Cd sulfat ($CdSO_4$) yang digunakan dalam industry baterai yang berfungsi sebagai pembuatan sel wseton karena memiliki potensial voltase stabil.
3. Senyawa Cd-bromida dan Cd-iodida yang digunakan untuk fotografi.
4. Senyawa dietil-Cd yang digunakan dalam pembuatan tetraetil-Pb.
5. Senyawa Cd-stearat untuk perindustrian polivinilklorida sebagai bahan untuk stabilizer.

Kadmium dalam konsentrasi rendah banyak digunakan dalam industri pada proses pengolahan roti, pengolahan ikan, pengolahan minuman serta industri tekstil.

2.3.1.2 Efek Logam Kadmium dalam Tubuh

Kadmium sangat membahayakan kesehatan karena pengaruh racun akut dari unsur tersebut sangat buruk. Diantara penderita yang keracunan kadmium mengalami tekanan darah tinggi, kerusakan ginjal, kerusakan jaringan testicular, dan kerusakan sel-sel jaringan darah merah. Di jepang kontaminasi kadmium pada

beras yang berasal dari lahan sawah yang lama mengalami kekeringan telah menimbulkan penyakit *itai-itai* dengan gejala nyeri pada pinggang dan otot kaki (Subowo *et al.* 1999).

Jonak *et al.* (2004) menjelaskan bahwa kadmium tidak diketahui memiliki fungsi biologis di dalam sel tetapi memiliki sifat reaktif yang sangat tinggi dan dapat menginaktifkan berbagai macam aktivitas enzim yang diperlukan oleh sel. Setelah diabsorpsi, logam berat kadmium menimbulkan toksisitas (Rico *et al.* 2002). Di dalam ginjal, akumulasi kadmium terjadi umumnya di dalam tubulus proximal serta segmen-segmen nefron lainnya yang hanya terjadi pada akhir tahap intoksifikasi (Yokouchi *et al.* 2007).

Menurut Sudarmadji (2006), dalam tubuh manusia kadmium terutama dieliminasi melalui urin. Hanya sedikit yang diabsorpsi, yaitu 5-10 %. Absorpsi dipengaruhi oleh faktor diet seperti intake protein, kalsium, Vitamin D dan *trace* logam seperti seng (Zn). Proporsi yang besar adalah absorpsi melalui pernapasan yaitu antara 10-40 % tergantung keadaan fisik. Uap kadmium sangat toksik dengan *lethal dose* melalui pernapasan diperkirakan 10 menit terpapar sampai dengan 190 mg/m³ selama 240 menit akan dapat menimbulkan kematian. Gejala umum keracunan Cd adalah sakit di dada, nafas sesak, batuk-batuk dan lemah.

Terpapar akut oleh kadmium (Cd) menyebabkan gejala *nausea* (mual), muntah, diare, kram otot, anemia, dermatitis, pertumbuhan lambat, kerusakan ginjal dan hati dan gangguan kardiovaskuler, *emphysema* dan degenerasi *testicular*. Perkiraan dosis mematikan akut adalah sekitar 500 mg/kg untuk dewasa dan efek dosis akan nampak jika terabsorpsi 0,043 mg/kg per hari. Gejala akut keracunan kadmium adalah sesak dada, kerongkongan kering dan dada terasa sesak, nafas pendek, terengah-engah, distress dan bisa berkembang kearah penyakit radang paru-paru, sakit kepala dan menggigil, bahkan dapat diikuti dengan kematian. Gejala kronis keracunan kadmium adalah nafas pendek, kemampuan mencium bau menurun, berat badan menurun, gigi terasa ngilu dan berwarna kuning keemasan.

2.4 Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses akumulasi substansi adsorbat pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul atau interaksi kimia atau suatu akibat dari medan gaya pada permukaan padatan (adsorben). Proses ini dapat terjadi sebagai proses fisika yang melibatkan gaya van der Waals dan ikatan hydrogen, dan selanjutnya dikenal dengan fisorpsi dan dapat juga terjadi proses kimia yang melibatkan pembentukan senyawa kimia melalui ikatan kimia yang lebih kuat dan dikenal sebagai kemisorpsi.

Adsorpsi kimia melibatkan ikatan koordinasi sebagai hasil penggunaan bersama pasangan electron oleh padatan (adsorben) dan adsorbat. Pada adsorpsi fisika ikatan pada permukaan adsorben lemah dan bersifat reversibel, sehingga molekul-molekul yang telah teradsorpsi mudah lepas dengan cara menurunkan tekanan gas atau konsentrasi zat terlarut (Oscik, 1982). Luas permukaan spesifik sangat mempengaruhi besarnya kapasitas adsorpsi dari adsorben (Saputra, 2008)

Berkat selektivitasnya yang tinggi, proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang kecil dari campuran yang mengandung bahan lain yang berkonsentrasi tinggi. Bahan yang akan dipisahkan tentu saja harus dapat diadsorpsi. Sebaliknya, untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang lebih besar lebih disukai proses pemisahan, karena mahalnya regenerasi adsorben (Bernasconi, 1995).

2.5 Hamburan Sinar-X

Sinar-x dihasilkan dalam tabung sinar katoda ketika elektron-elektron berenergi tinggi mengenai target-target logam. Ketika sinar-x difokuskan ke suatu sampel (dalam bentuk pellet atau silinder), maka terjadi dua tipe hamburan. Jika sampel tersebut kristal, sinar-x dihamburkan secara koheren, artinya tidak ada panjang gelombang atau fasa antara sinar-sinar insiden dan yang dihamburkan. Hamburan koheren umumnya dinyatakan sebagai difraksi sinar-x. jika sampel memiliki morfologi yang nonhomogen (semi kristal), hamburan tersebut tidak koheren, terjadi perubahan panjang gelombang dan fasa. Hamburan tidak koheren (juga disebut hamburan Compton) dinyatakan sebagai difraksi difusi atau yang sederhana sebagai hamburan (Stevens, M.P. 2001).

2.6 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

2.6.1 Prinsip Dasar Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

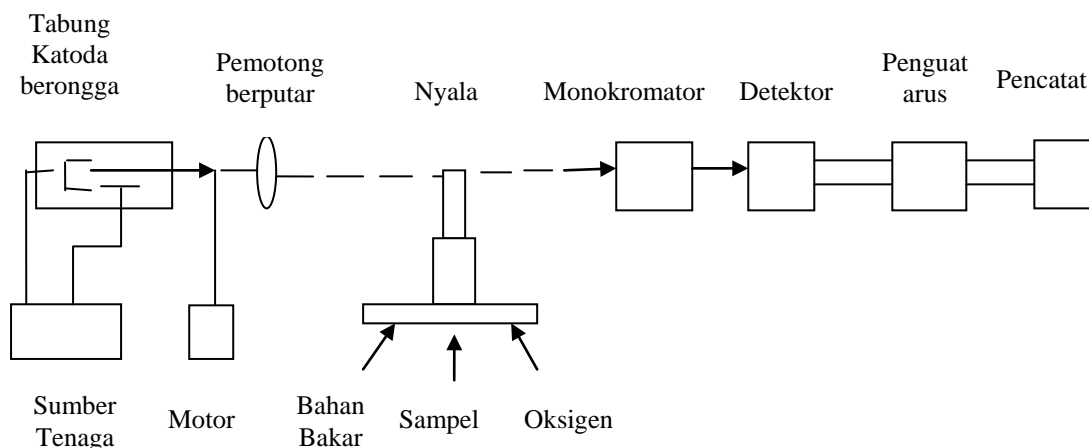
Interaksi materi dengan berbagai energi seperti energi panas, energi radiasi, energi kimia, dan energi listrik selalu memberikan sifat-sifat yang karakteristik untuk setiap unsur (persenyawaan), dan besarnya perubahan yang terjadi biasanya sebanding dengan jumlah unsur atau persenyawaan. Di dalam kimia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

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 dan 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.

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.

2.6.2 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

Sistem peralatan pada Spektrofotometri serapan atom adalah :



Gambar 2.2. Komponen-komponen spektrofotometer serapan atom (Day, 1998)

1. Sumber Sinar

Sumber sinar yang lazim dipakai adalah lampu katoda berongga (*hollow cathode lamp*). Lampu ini terdiri atas 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 paling sering dipakai karena memberikan intensitas pancaran yang lebih rendah. Bila antara katoda dan anoda diberikan tegangan yang tinggi (600 volt), maka katoda akan memancarkan berkas-berkas electron yang bergerak menuju anoda yang mana kecepatan dan energinya sangat tinggi. Elektron-elektron dengan energi tinggi ini dalam perjalanannya menuju anoda akan bertabrakan dengan gas-gas mulia yang diisikan tadi.

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 selanjutnya akan bergerak ke katoda dengan kecepatan dan energi yang tinggi pula. Sebagaimana disebutkan di atas, pada katoda terdapat unsur-unsur yang sesuai dengan unsur yang akan dianalisis. Unsur-unsur ini akan

ditabrak oleh ion-ion positif gas mulia. Akibat tabrakan ini, unsur-unsur akan terlempar keluar dari permukaan katoda. Atom-atom unsur 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.

2. Tempat sampel

Dalam analisis dengan spektrofotometri serapan atom, sampel yang akan dianalisis harus diuraikan menjadi atom-atom netral yang masih dalam keadaan gas. Ada berbagai macam alat yang dapat digunakan untuk mengubah suatu sampel menjadi uap atom-atom yaitu :

a. Nyala (*Flame*)

Nyala digunakan untuk mengubah sampel yang berupa padatan atau cairan menjadi bentuk uap atomnya, dan juga berfungsi untuk atomisasi. Pada cara 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, misalnya untuk gas batubara-udara, suhunya kira-kira sebesar 1800 °C, gas alam-udara 1700 °C, asetilen-udara 2200 °C, dan gas asetilen-dinitrogen oksida (N₂O) sebesar 3000 °C.

b. Tanpa nyala (*Flameless*)

Proses pengatoman tanpa nyala dapat dilakukan dalam tungku dari grafit seperti tungku yang dikembangkan oleh Masmann. Sistem pemanasan dengan tanpa nyala ini dapat melalui tiga tahap yaitu pengeringan (*drying*) yang membutuhkan suhu yang rendah, pengabuan (*ashing*) yang membutuhkan suhu yang lebih tinggi karena untuk menghilangkan matriks kimia dengan mekanisme volatilitasi atau pirolisis, dan pengatoman (*atomising*). Pada umumnya waktu dan suhu pemanasan tanpa nyala dilakukan dengan cara terprogram.

3. Monokromator

Pada spektrofotometri serapan atom, 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 dengan *chopper*.

4. Detektor

Detektor digunakan untuk mengukur intensitas cahaya yang melalui tempat pengamatan. Biasanya digunakan tabung penggandaan foton (*photomultiplier tube*). Ada dua cara yang dapat digunakan dalam sistem deteksi yaitu yang memberikan respon terhadap radiasi resonansi dan radiasi kontinyu, dan yang hanya memberikan respon terhadap radiasi resonansi

5. Readout

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