

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Garam**

##### **2.1.1 Definisi Garam**

Di era modern ini, garam menjadi suatu kebutuhan penting dalam kehidupan sehari-hari. Garam merupakan komponen penting yang dibutuhkan oleh tubuh manusia dan sering digunakan untuk penyedap makanan. Garam beryodium yaitu garam konsumsi yang komponen utamanya Natrium Chlorida (NaCl) dan mengandung senyawa yodium melalui proses yodisasi serta memenuhi SNI Nomor: 01-3556-1994 (Rini, H. M., 2017). Garam merupakan penambah rasa dalam makanan, tetapi mempunyai fungsi yang penting dalam kehidupan manusia (Muftiana, E., 2016).

Garam merupakan salah satu pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia. Walaupun Indonesia termasuk negara penghasil garam, tetapi untuk kebutuhan garam dengan kualitas baik masih banyak diimpor dari luar negeri, terutama dalam hal ini garam beryodium serta garam industry. Hampir seluruh makanan menggunakan garam sebagai penyedap rasa, serta banyak digunakan untuk bahan tambahan dalam industri pangan. Dan harga garam dapur relatif murah dan terjangkau oleh semua lapisan masyarakat, maka pemerintah memilih garam dapur menjadi garam konsumsi sebagai media penyampaian iodium ke dalam tubuh (Wihardika, L., 2017).



**Gambar 1.1 Garam**

Peraturan Pemerintah No. 28 Tahun 2004 tentang Keamanan, Mutu dan Gizi Pangan, pemerintah berwenang dalam menetapkan fortifikasi pangan dan mewajibkannya. Program fortifikasi pangan ini merupakan program lintas sektor kementerian kesehatan, perindustrian, perdagangan, dan lain-lain termasuk pemerintah daerah, dan dalam hal ini Badan POM mempunyai tugas dan wewenang melaksanakan pengawasan pangan fortifikasi. Khusus untuk produk garam fortifikannya adalah iodium dan merupakan produk yang wajib memenuhi SNI serta harus melakukan registrasi di Badan POM, sehingga Badan POM mempunyai kewajiban untuk melakukan pengawasan terhadap produk tersebut mulai dari sarana produksi, distribusi, pengecer, melakukan sampling, dan uji laboratorium serta melakukan monitoring label. Bagi para pelaku usaha yang masih tradisional, pemahaman terhadap manfaat yodium masih kurang. Disini pemerintah perlu memberikan pemahaman, sehingga akhirnya ada upaya untuk meningkatkan proses produksinya dengan hasil akhir berupa garam beriodium (Sakhoi, M. I., 2019).

Garam merupakan salah satu produk yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup terutama manusia meskipun dalam jumlah yang tidak banyak namun keberadaan garam tidak dapat disubstitusikan dengan produk lain. Industri garam konsumsi beryodium umumnya industri kecil dan menengah.

Ada 3 jenis industri garam konsumsi beryodium yaitu:

1. industri yang mengolah bahan baku mulai dari pencucian, penirisan, yodisasi, pengeringan sampai pengemasan,
2. industri yang hanya melakukan proses yodisasi sampai pengemasan dan
3. industri yang hanya melakukan pengemasan saja (Marihati, 2012 dalam Nilawati, N., 2015).

### 2.1.2 Jenis Garam

Garam adalah benda padatan berwarna putih berbentuk kristal yang merupakan kumpulan senyawa dengan bagian terbesar Natrium Chlorida (>80%) serta senyawa lainnya seperti Magnesium Chlorida, Magnesium Sulfat, Calcium Chlorida, dan lain-lain. Garam mempunyai sifat / karakteristik higroskopis yang berarti mudah menyerap air, bulk density (tingkat kepadatan) sebesar 0,8 - 0,9 dan titik lebur pada tingkat suhu 80°C (Burhanuddin, 2001 dalam Auliyah, N., 2019).

Menurut Rusiyanto, R., (2013), pada dasarnya jenis dan penggunaannya, garam dapat dibedakan menjadi:

1. Garam konsumsi adalah garam dengan kadar NaCl 94,7% atas dasar berat kering dengan kandungan impurities Sulfat, Magnesium dan Calcium maksimum 2% dan sisanya adalah kotoran (lumpur, pasir). Kadar air maksimal 7%.
2. Garam konsumsi terbagi menjadi 3 jenis:
  - a. food atau high grade, yaitu garam konsumsi mutu tinggi dengan kandungan NaCl 97% kadar air dibawah 0,05%, warna putih bersih, butiran kristal yang sudah dihaluskan. Garam jenis ini digunakan untuk garam meja, industri penyedap makanan, industri makanan mutu tinggi (makanan camilan, chiki, taro, supermie dsb), industri sosis dan keju, serta industri minyak goreng:

- b. medium grade, yaitu garam konsumsi kelas menengah dengan kadar NaCl 94,7-97% dan kadarair 3-7% untuk garam dapur dan industri menengah seperti kecap, tahu, pakan ternak;
  - c. low grade, yaitu garam konsumsi mutu rendah dengan kadar NaCl 90-94,7%, kadar air 5-10%, warna putih kusam, digunakan untuk pengasinan ikan dan pertanian.
3. Garam industri perminyakan adalah garam yang memiliki kadar NaCl antara 95-97%, impurities Sulfat maksimum 0,5%, impurities Calcium maksimal 0,2% dan impurities maksimum 0,3% dengan kadarair 3-5%. Garam memiliki 2 kegunaan, yaitu sebagai penguat struktur sumur pengeboran dan bahan pembantu pembuat uap.

Garam industri lainnya adalah garam yang digunakan dalam industri kulit, tekstil, pabrik es dsb. Garam jenis ini memiliki kadar NaCl > 95%, impurities Sulfat maksimum 0,5%, impurities Calcium maksimum 0,2% dan impurities Magnesium maksimum 0,3% dengan kadar air 1-5%. Garam industri Chlor Alkali Plant (CAP) dan industri farmasi adalah garam dengan kadar NaCL diatas 98,5% dengan impurities Sulfat, Magnesium, Kalium dan kotoran yang sangat kecil. CAP memiliki kadar NCL diatas 98,5%, impurities maksimum 0,2%, impurities Calcium maksimum 0,1% dan impurities Magnesium maksimum 0,06%. Garam jenis ini digunakan untuk proses kimia dasar pembuatan soda dan klor. Pharmaceutical Salt memiliki kadar NaCL diatas 99,5% dengan kadar impurities mendekati 0. Garam jenis ini digunakan untuk pembuatan cairan infus serta cairan mesin cuci ginjal serta analisis kimia (Rusiyanto, R., 2013).

### 2.1.3 Manfaat dan Kegunaan Garam

Garam merupakan salah satu kebutuhan yang merupakan pelengkap dari kebutuhan pangan dan merupakan sumber elektrolit bagi tubuh manusia (Hartati, R., 2014). Fungsi garam dibedakan atas garam iodisasi atau yang dikenal sebagai garam konsumsi dan garam non

iodisasi atau garam industri. Garam iodisasi atau garam konsumsi adalah garam yang digunakan sebagai bahan baku produksi bagi industri garam konsumsi beryodium (garam meja), untuk aneka pangan dengan NaCl minimal 94.7 persen dan pengasinan ikan, sedangkan garam non iodisasi atau garam industri adalah garam yang digunakan sebagai bahan baku bagi industri antara lain digunakan industri soda kostik atau Chlor Alkali Plant (CAP) dengan kadar NaCl minimal 97 persen, industri farmasi dengan kadar NaCl minimal 99 persen, industri kulit, industri tekstil dan industri pengeboran minyak (Kementerian Perindustrian, 2012 dalam Auliyah, N., 2019).

Garam mempunyai peranan yang penting didalam tubuh manusia, yaitu :

1. Menjaga keseimbangan pH dalam tubuh.
2. Menjaga keseimbangan air dalam tubuh.
3. Menjaga tekanan osmosa di dalam cairan tubuh.
4. Berperan terhadap kepekaan saraf yang berfungsi sebagai perangsang baik dalam tubuh sendiri maupun dari luar tubuh.
5. Sebagai mineral yang sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia.(Darmawan, H., 2018).

Umumnya, sebagian besar pemanfaatan garam pada industri pengolahan hasil perikanan diaplikasikan pada pengolahan yang bersifat tradisional, seperti pembuatan ikan asin, ikan pindang, dan produk ikan fermentasi. Industri pengolahan yang modern umumnya memanfaatkan garam untuk memperbaiki cita rasa, penampilan, dan sifat fungsional produk yang dihasilkan. Secara umum, garam berfungsi sebagai pengawet, penambah cita rasa maupun untuk memperbaiki penampilan tekstur daging ikan (Assadad, L., 2011).

## 2.2 Garam Konsumsi

### 2.2.1 Definisi Garam Konsumsi

Garam konsumsi adalah garam konsumsi beryodium dengan kandungan natrium klorida (NaCl) minimum 94,7 % atas dasar basis kering (adbk), air maksimum 7 %, bagian yang tidak larut dalam air maksimum 0,5 %, kandungan cadmium (Cd) maksimum 0,5 mg/kg, kandungan timbal (Pb) maksimum 10 mg/kg, kandungan Raksa (Hg) maksimum 0,1 mg/kg dan kandungan arsen (As) maksimum 0,1 mg/kg, serta kandungan KIO<sub>3</sub> minimal 30 mg/kg, sedangkan garam industri adalah garam yang dibutuhkan sebagai bahan baku atau bahan penolong untuk industry (Sumada, K., 2016).

Garam konsumsi adalah garam untuk keperluan konsumsi dan industri makanan serta garam pengawetan untuk keperluan pengawetan ikan sedangkan garam beriodium adalah garam yang telah diperkaya atau telah mengalami fortifikasi dengan KIO<sub>3</sub> (Kalium Iodat) sebanyak 30–80 ppm (Hartati, R., 2014).

### 2.2.2 Sifat Fisika Kimia Garam dan Komponen Penyusun Garam

Garam atau lebih dikenal dengan nama garam meja, termasuk dalam kelas mineral halide atau dikenal dengan nama halite, dengan komposisi kimia sebagai Natrium Klorida (NaCl) terdiri atas 39,3% Natrium (Na) dan 60,7% Klorin (Cl). Garam ini, umumnya berada bersama gypsum dan boraks, sehingga akan terendapkan setelah gypsum terendapkan pada proses penguapan air laut. Nama halite berasal dari Greek “hals meaning salt” (Baroroh, I., 2019).

Beberapa sifat garam atau Natrium Klorida yaitu bisa berbentuk kristal atau bubuk putih dengan system isomerik berbentuk kubus, bobot molekul 58,45 g/mol, larut dalam air (35,6 g/100 g pada 0°C dan 39,2 g/100 g pada 100°C). Dapat larut dalam alkohol, tetapi tidak larut

dalam asam Klorida pekat, mencair pada suhu 801°C, dan menguap pada suhu diatas titik didihnya (1413°C). Hardness 2,5 skala MHO, bobot jenis 2,165 g/cm<sup>3</sup>, tidak berbau, tidak mudah terbakar dan toksisitas rendah, serta mempunyai sifat higroskopik sehingga mampu menyerap air dari atmosfer pada kelembaban 75% (Baroroh, I., 2019).

### 2.2.3 Mutu Garam Konsumsi

Menurut Standar Nasional Indonesia 3556:2010 tentang garam konsumsi beryodium memiliki syarat mutu sebagai berikut :

**Table 1.1 SNI 3556:2010 garam konsumsi beryodium**

No.	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan	
1.	Kadar air (H <sub>2</sub> O) (b/b)	%	Maks. 7	
2.	Kadar NaCl (natrium klorida) dihitung dari jumlah klorida (Cl) (b/b) adbk	%	Min. 94	
3.	Bagian yang tidak larut dalam air (b/b) adbk	%	Maks. 0,5	
4.	Yodium dihitung sebagai kalium iodat (KIO <sub>3</sub> ) adbk	mg/kg	Min. 30	
5.	Cemaran Logam			
	5.1	Kadmium (Cd)	mg/kg	Maks. 0,5
	5.2	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 10,0
	5.3	Raksa (Hg)	mg/kg	Maks. 0,1
6.	Cemaran Arsen (As)		mg/kg	Maks. 0,1
CATATAN 1 : b/b adalah bobot/bobot				
CATATAN 2 : adbk adalah atas dasar bahan kering				

## 2.3 Kadar Air

### 2.3.1 Definisi Kadar Air

Kadar air merupakan banyaknya air yang terkandung dalam bahan yang dinyatakan dalam satuan persen. Kadar air juga merupakan karakteristik yang sangat penting dalam bahan pangan karena air dapat

mempengaruhi penampakan, tekstur, serta ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut (Surya, R. P. A., 2018).

Penetapan kandungan air dapat dilakukan dengan beberapa cara. Hal ini tergantung pada sifat bahannya. Pada umumnya penentuan kadar air dilakukan dengan mengeringkan bahan dalam oven pada suhu 105°– 110 °C selama 3 jam atau sampai didapat berat yang konstan. Bahan yang tidak tahan panas, seperti bahan berkadar gula tinggi, minyak, daging, kecap dan lain-lain pemanasan dilakukan dalam oven vakum dengan suhu yang lebih rendah. Kadang-kadang pengeringan dilakukan tanpa pemanasan, bahan dimasukkan ke dalam eksikator dengan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat sebagai pengering, hingga mencapai berat yang konstan (Winarno 2004 dalam Surya, R. P. A., 2018).

### 2.3.2 Fungsi Kadar Air

Kadar air dalam bahan pangan ikut menentukan kesegaran dan daya awet bahan pangan tersebut, kadar air yang tinggi mengakibatkan mudahnya bakteri, kapang dan khamir untuk berkembang biak, sehingga akan terjadi perubahan pangan. Namun, pada garam karena Cl<sup>-</sup> bersifat toksik maka tidak berkaitan dengan daya awet garam, tapi berkaitan dengan sifat higroskopis garam. Pada SNI 01-3556-2010 batas maksimal kadar air pada garam sebanyak 7 % sehingga garam bisa disimpan lebih baik dan lebih lama. Dari hasil penelitian hanya garam krosok yang beberapa sampel kadar airnya tidak memenuhi SNI (Sulistiyowati, W., 2012).

### 2.3.3 Penetapan Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan dengan metode pengeringan dalam oven. Pengeringan atau drying adalah suatu metode untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian air dari suatu bahan dengan cara menguapkan air tersebut dengan menggunakan energi panas. Kelebihan dari proses pengeringan ini adalah bahan menjadi



lebih tahan lama, volume bahan kecil sehingga memudahkan pengangkutan dan pengepakan, berat bahan menjadi berkurang sehingga memudahkan pengangkutan. Pengeringan juga mempunyai kekurangan yaitu dapat merusak sifat dan karakteristik dari bahan yang dikeringkan, seperti contohnya bentuk, sifat-sifat kimiawi, penurunan mutu. Pengeringan suatu bahan dapat berlangsung dengan baik jika pemanasan terjadi pada setiap tempat dari bahan tersebut dan uap air dikeluarkan dari seluruh permukaan bahan tersebut. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan terutama adalah luas permukaan bahan, suhu pengeringan, aliran udara dan tekanan uap di udara (Wibawanto, N. R., 2014).

Metode dalam pengeringan bermacam-macam sesuai dengan alat pengeringan yang dipakai. Oven dryer adalah alat yang digunakan untuk mengukur kadar air. Oven dryer dapat digunakan sebagai pengering apabila dengan kombinasi pemanas dengan humidity rendah dan sirkulasi udara yang cukup. Kecepatan pengeringan tergantung dari tebal bahan yang dikeringkan, dimana penggunaan alat ini untuk skala kecil. Oven dryer yang dipakai ini terdiri dari beberapa tray serta memiliki sirkulasi udara di dalamnya. Kelebihan dari oven dryer adalah dapat dipertahankan dan diatur suhu pengeringannya, pengeringan tidak bergantung pada cuaca, dan lebih praktis cara kerjanya (Wibawanto, N. R., 2014).

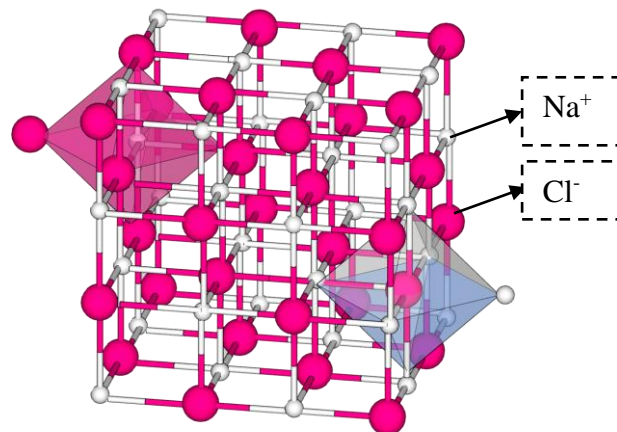
Prinsip penentuan kadar air dengan pengeringan adalah menguapkan air yang ada dalam bahan dengan pemanasan. Kemudian menimbang bahan sampai berat konstan yang berarti semua air sudah diuapkan. Cara ini relatif lebih murah dan mudah. Suatu bahan yang telah mengalami pengeringan ternyata lebih bersifat higroskopis daripada bahan asalnya. Oleh karena itu, selama pendinginan sebelum penimbangan, bahan selalu ditempatkan dalam ruang tertutup yang

kering, misalnya desikator atau eksikator yang telah diberi zat penyerap air (Surya, R. P. A., 2018).

## 2.4 Kadar NaCl

### 2.4.1 Definisi NaCl

Salah satu unsur alkali utama yang ditemukan di perairan adalah natrium (Na) atau sering disebut juga sodium. Unsur ini merupakan kation penting yang mempengaruhi kesetimbangan keseluruhan kation di perairan. Jika berada di dalam air, unsur ini selalu dalam bentuk senyawa karena natrium merupakan unsur yang sangat reaktif. Hampir semua senyawa natrium mudah larut dalam air dan bersifat sangat reaktif. Sumber utama natrium di perairan adalah albite ( $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ ), nepheline ( $\text{NaAlSiO}_4$ ), halite ( $\text{NaCl}$ ), dan mirabilite ( $\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$ ). Garam-garam natrium digunakan dalam industri sehingga limbah industri dan limbah domestik merupakan sumber natrium antropogenik (Himmaty, I., 2013). Struktur NaCl meliputi anion di tengah dan kation menempati pada rongga octahedral atau sebaliknya (Sudjiyanto, A. T., 2007).



**Gambar 1.2 Struktur NaCl**

Secara teoritis garam yang berasal dari penguapan air laut mempunyai kadar natrium klorida ( $\text{NaCl}$ ) 97% lebih. Akan tetapi

dalam prakteknya umumnya lebih rendah. Hal tersebut dapat disebabkan oleh 3 faktor.

1. Kualitas air laut.
2. Cara pembuatan.
3. Cara-cara lain yang mempengaruhi kristalisasi garam.

Garam yang mengandung natrium klorida yang tinggi umumnya berwarna putih bersih, akan tetapi terkadang ditemukan garam yang berwarna putih bersih ternyata mengandung kadar NaCl yang relatif rendah (Darmawan, H., 2018).

#### 2.4.2 Manfaat NaCl

Natrium Clorida (NaCl) merupakan salah satu bahan kimia yang memiliki manfaat sebagai bahan pengawet pada beberapa produk bahan makanan karena sifat osmotiknya yang tinggi mampu memecah membran sel mikroba (Soi, M. N. J., 2016). Natrium bagi tubuh tidak merupakan benda asing, tetapi toksisitasnya tergantung pada gugus senyawanya. NaOH atau natrium hidroksida sangat korosif, tetapi NaCl justru dibutuhkan oleh tubuh (Himmaty, I., 2013).

Makanan yang mengandung kurang dari 0,3% natrium akan terasa hambar sehingga tidak disukai. Konsumsi natrium bervariasi terhadap suhu dan daerah tempat tinggal, dengan kisaran dari 2 gram – 10 gram per hari. Pengaturan konsentrasi natrium, cairan badan, dan keseimbangan natrium dilakukan melalui ginjal. Lebih dari 8 kali jumlah kandungan natrium dalam badan dan 250 kali konsumsi natrium disaring melalui ginjal setiap hari. Untuk mempertahankan keseimbangan kira-kira 95,5% gram natrium klorida yang telah disaring diserap kembali oleh tubuh (Winarno, 2004).

#### 2.4.3 Penetapan Kadar NaCl dengan Cara Argentometri

Argentometri merupakan metode analisis volumetri yang digunakan untuk menentukan kandungan senyawa halogenida dan

senyawa-senyawa lain yang membentuk endapan dengan perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ) pada suasana tertentu. Metode argentometri dikenal juga dengan titrasi pengendapan yang melibatkan pembentukan senyawa yang relatif tidak larut atau endapan. Pada argentometri metode penentuan ion halida dinamakan sesuai dengan nama penemunya yaitu Mohr, Volhard dan Fajans. Dalam penelitian ini digunakan titrasi metode Mohr.

#### 1. Titrasi metode Mohr

Titrasi pengendapan cara Mohr dilakukan dengan menggunakan prinsip pembentukan endapan berwarna merah bata dari  $\text{Ag}^+$  dengan indikator. Indikator yang sering digunakan adalah kalium kromat. Pada titik akhir titrasi ion kromat akan bereaksi dengan ion perak membentuk perak kromat (Surya, R. P. A., 2018).

Jika ion perak ditambahkan ke dalam suatu larutan yang mengandung ion klorida dengan indikator kalium kromat, harga  $K_{sp}$  untuk  $\text{AgCl}$   $1 \times 10^{-10}$  dengan kelarutan  $\text{Ag}^+$  dan  $\text{Cl}^-$  masing-masing  $10^{-5}$  dan  $K_{sp}$   $\text{Ag}_2\text{CrO}_4$   $2 \times 10^{-12}$  dengan kelarutan  $\text{Ag}^+$  dan  $\text{Cr}^{2-}$  masing - masing  $1,414 \times 10^{-4}$ , maka perak klorida akan mengendap terlebih dahulu, baru kemudian perak kromat. Metode ini dapat digunakan untuk penetapan kadar klorida, bromida dan ion sianida dalam larutan yang sedikit agak basa (Surya, R. P. A., 2018).

#### 2. Titrasi Metode Volhard

Titrasi dengan cara Volhard didasarkan pada pengendapan perak tiosianat dalam larutan asam nitrat dengan menggunakan ion besi (III) untuk mengetahui adanya ion tiosianat berlebih. Metode ini dapat digunakan untuk titrasi langsung perak dengan larutan tiosianat standar atau untuk titrasi tidak langsung ion klorida. Untuk titrasi tidak langsung ion klorida,  $\text{AgNO}_3$  yang ditambahkan harus berlebih dan kelebihannya dititrasi dengan tiosianat standar.

Titik akhir titrasi dapat diketahui dari terbentuknya warna merah Fe (III) tiosianat (Surya, R. P. A., 2018).

### 3. Metode Fajans

Titrasi dengan cara Fajans didasarkan pada adsorpsi indikator pada permukaan endapan. Titik akhir titrasi dapat diketahui saat terjadinya perubahan warna pada permukaan endapan dari putih menjadi merah muda. Cara kerja indikator adsorpsi ialah sebagai berikut: indikator ini adalah asam atau basa lemah organik yang dapat membentuk endapan dengan ion perak. Misalnya fluoresein yang digunakan dalam titrasi klorida. Dalam larutan fluoresein akan mengion (untuk mudahnya ditulis HFI saja) (Surya, R. P. A., 2018).

Ion  $\text{FI}^-$  inilah yang diserap oleh endapan  $\text{AgCl}$  dan menyebabkan endapan berwarna merah muda. Karena penyerapan terjadi pada permukaan, dalam titrasi ini diusahakan agar permukaan endapan seluas mungkin supaya perubahan warna juga tampak sejelasa mungkin, maka endapan harus berukuran koloid. Penyerapan terjadi apabila endapan yang koloid itu bermuatan positif, dengan perkataan lain setelah kelebihan titrant (ion  $\text{Ag}^+$ ) (Surya, R. P. A., 2018).

## 2.5 Logam Berat

### 2.5.1 Definisi Logam Berat

Perkembangan ekonomi di Indonesia menitik beratkan pada pembangunan sektor industri dan IPTEK. Di satu sisi pembangunan dapat meningkatkan kualitas hidup manusia dengan meningkatnya pendapatan masyarakat, disisi lain dampak pembangunan dapat menurunkan keseimbangan ekosistem dan kesehatan masyarakat. Hal ini disebabkan akibat pembuangan limbah industri dan limbah rumah tangga yang mengandung unsur logam berat yang menyebabkan

terjadinya peningkatan pencemaran lingkungan seperti air, udara dan tanah (Yusuf, Y., 2011). Logam berat dapat menimbulkan efek terhadap kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian tubuh yang terikat logam. Logam berat ini tidak dapat didegradasi maupun dihancurkan dan dapat masuk ke dalam tubuh manusia lewat makanan, air minum, atau udara. Logam berat yang bersifat racun di dalam tubuh akan membahayakan kesehatan bahkan menyebabkan kematian (Murniasih, S., 2013).

Logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya. Logam berat menjadi berbahaya disebabkan proses bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan. Logam berat dapat terakumulasi melalui rantai makanan, semakin tinggi tingkatan rantai makanan yang ditempati oleh suatu organisme, akumulasi logam berat di dalam tubuhnya juga semakin bertambah. Dengan demikian manusia yang merupakan konsumen puncak, akan mengalami proses bioakumulasi logam berat yang besar di dalam tubuhnya (Hananingtyas, I., 2017).

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Logam berat mencemari makhluk hidup melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat. Logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus menerus dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia (Yusuf, Y., 2011).

Di permukaan bumi terdapat 80 jenis logam berat dari 109 unsur kimia. Logam berat tersebut dapat dikelompokkan menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial, logam berat

esensial berupa logam berat dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh seperti Zn, Cu, Fe, Co dan Mn, sedangkan logam berat non esensial berupa logam yang tidak dibutuhkan keberadaannya di dalam tubuh belum diketahui manfaatnya, bahkan bersifat toksik seperti Hg, Cd, Pb, Cr dan lain-lain (Yusuf, Y., 2011).

#### 2.5.2 Logam Pb (Timbal)

Tangio, J. S. (2013) mengemukakan bahwa Timbal mempunyai berat atom 207,21; berat jenis 11,34; bersifat lunak serta berwarna biru atau silver abu - abu dengan kilau logam, nomor atom 82 mempunyai titik leleh 327,4°C dan titik didih 1.620°C. Timbal termasuk logam berat "trace metals" karena mempunyai berat jenis lebih dari lima kali berat jenis air.

Keberadaan Timbal di lingkungan umumnya berasal dari polusi kendaraan bermotor, tambang timah, pabrik plastik, pabrik cat, percetakan, peleburan timah (Tangio, J. S., 2013). Secara alamiah timbal dapat berada dalam badan perairan dengan kadar 0,002–0,010 ppm. Kadar maksimum timbal pada perairan yang dibatasi oleh World Health Organization (WHO) adalah kurang dari 0,01 ppm (Aldinomera, R., 2014). Pb mempunyai arti penting dalam dunia kesehatan bukan karena penggunaan terapinya, melainkan lebih disebabkan karena sifat toksisitasnya. Absorpsi Pb di dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak dan menjadi dasar keracunan (Yusuf, Y., 2011).

Senyawa Pb masuk ke tubuh melalui sistem pernafasan dan makanan sehingga mempengaruhi metabolisme tubuh. Efek toksik Pb dapat menghambat pembentukan Hb, dan memberikan efek racun terhadap organ-organ tubuh. Seperti pada sistem saraf, sistem urinaria, sistem reproduksi, sistem endokrin, jantung dan ginjal. Keracunan Pb

sudah dilaporkan sejak 2000 tahun lalu di Yunani, seseorang dikatakan keracunan bila kadar Pb darah mencapai 0,2-2,0 mg/hari dan efek toksik Pb umumnya terjadi setelah 4 tahun jika menerima asupan Pb 2,5 mg/hari (Yusuf, Y., 2011).

### 2.5.3 Logam Cd (Kadmium)

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi, serta menghasilkan Kadmium Oksida bila dipanaskan. Kadmium (Cd) umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor (Cd Klorida) atau belerang (Cd Sulfit). Kadmium membentuk  $Cd^{2+}$  yang bersifat tidak stabil. Cd memiliki nomor atom 40, berat atom 112,4, titik leleh  $321^{\circ}C$ , titik didih  $767^{\circ}C$  dan memiliki masa jenis  $8,65 \text{ g/cm}^3$  (Istarani, F. F., 2014).

Logam cadmium termasuk logam berat yang dapat menimbulkan bahaya bagi kesehatan manusia. Jika manusia menghirup, menelan debu atau uapnya, menempel dikulit atau masuk ke mata dan kemudian diserap oleh tubuh, dapat menimbulkan gejala pada tubuh manusia. Studi yang telah dilakukan terhadap paparan logam Cd menunjukkan bahwa paparan lingkungan kronis terhadap Cd yang sekarang berlaku di negara-negara industri dapat mempengaruhi ginjal dan tulang masyarakat umum secara negatif. Studi ini menunjukkan hubungan yang konsisten antara berbagai biomarker ginjal dan tulang dan ekskresi kencing Cd yang digunakan untuk menilai pembekuan tubuh Cd (Azharman, Z., 2017).

Sumber kadmium di perairan berasal dari pupuk fosfat, endapan sampah, dan campuran seng (0,2% Cd sebagai bahan impurity). Menurut Darmono (2001) dalam Hidayah A., M., (2014) pupuk fosfat yang digunakan dalam pertanian umumnya mengandung Cd yang tinggi. Dari beberapa hasil penelitian juga menunjukkan bahwa semakin lama pemakaian pupuk fosfat akan menaikkan konsentrasi Cd



dalam permukaan tanah. Pupuk fosfat yang sering digunakan biasanya mengandung Cd tidak kurang dari 20 mg/kg. Industri tekstil juga merupakan sumber pencemar logam Cd yang di hasilkan dari proses pencelupan dan pewarnaan. Industri tekstil seringkali membuang limbahnya langsung ke perairan tanpa melakukan pengolahan yang memadai. Selain itu, logam Cd di perairan juga berasal dari tumpahan solar dari perahu nelayan (Emilia, I., 2013). Kandungan logam berat ini bisa terkandung di dalam air atau perairan. Akumulasi yang dilakukan pada perairan di Pesisir Sulawesi Selatan dari empat lokasi menunjukkan konsentrasi Cd sebesar 30,9 ppm (Setiawan, 2013).

Cadmium beresiko tinggi terhadap system saraf, pembuluh darah, dapat terakumulasi pada tubuh khususnya hati dan ginjal, sehingga ginjal mengalami disfungsi. Di antara penderita yang keracunan cadmium mengalami tekanan darah tinggi, kerusakan jaringan testicular dan sel – sel jaringan darah merah. Konsentrasi Cd pada skala rendah berefek terhadap gangguan pada paru – paru, emphysema, dan renal tubular disease yang kronis (Kusumaningrum, H. P., 2012). Keracunan kadmium (Cd) dapat menyebabkan kanker paru-paru, kerusakan ginjal dan hati, merusak tulang (osteomalacia, osteoporosis) (Murniasih, S., 2013).

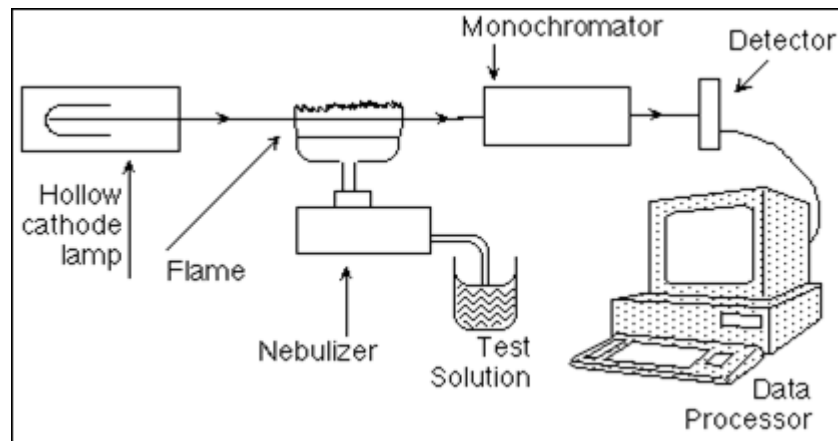
#### 2.5.4 Penetapan Cemar Logam dengan SSA

Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) merupakan suatu metode yang digunakan untuk menganalisis logam dalam senyawa yang didasarkan pada interaksi atom bebas dari sampel dengan radiasi elektromagnetik yang menghasilkan energy. Sampel dalam Spektrofotometer Serapan Atom ini harus berupa larutan. AAS dapat digunakan untuk mengukur logam sebanyak 61 logam. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Yuliani, D, 2013).

Metode Atomic Absorption Spectrophotometre (AAS) atau Spektrofotometer Serapan Atom berprinsip pada absorbsi cahaya oleh atom. Atom-atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung pada sifat unsurnya. Dengan absorpsi energi, berarti memperoleh banyak energi suatu atom pada keadaan dasar dinaikkan tingkat energinya ke tingkat eksitasi. Keberhasilan analisis ini tergantung pada proses eksitasi dan memperoleh garis resonansi yang tepat (Nugroho, W. 2013).

#### 2.5.5 Komponen Instrumen Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Menurut Hidayanti, E. N. (2013), komponen – komponen dalam instrument Spektrofotometer Serapan Atom (SSA), seperti pada gambar 1.2



**Gambar 1.3** Komponen instrumen SSA

Keterangan :

- a. Sumber sinar atau sistem, untuk menghasilkan sinar dengan energi tertentu dan sesuai dengan atom penyerap. Sumber radiasi harus dapat mengisikikan radiasi dengan energi yang sama dengan absorpsi atom sampel.
- b. Sistem pengamatan atom-atom bebas sebagai media absorpsi atau sel serapan. Berikut proses pengamatan dalam nyala :

1. Larutan sampel di bawah oleh gas oksidan dan akan membentuk kabut.
  2. Kabut larutan akan terbakar dalam nyala dan terjadi penguapan pelarut sehingga analit tertinggal sebagai kabut padatan.
  3. Kabutan padatan akan terbentuk gas dan selanjutnya akan menjadi atom bebas.
  4. Atom-atom bebas akan menyerap energi radiasi dari HCl dan mengalami eksitasi yang kemudian akan kembali dalam keadaan dasar sambil mengisikan energi. Dalam proses ini ada proses lain yang juga dapat terjadi kondensasi larutan kabut, eksitasi atom-atom gas, ionisasi atom-atom bebas dan reaksi antara atom analit dengan air.
- c. Monokromator untuk keperluan menyeleksi berkas/spectra sesuai yang dikehendaki.
  - d. Detector atau system fotometri untuk mengukur intensitas sinar sebelum dan sesudah melewati medium serapan (medium serapan adalah atom bebas).
  - e. Sistem pembacaan, merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat di baca.