

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Tinjauan Pencemaran**

##### **2.1.1 Pengertian Pencemaran**

Pencemaran, menurut Surat Keputusan Menteri Kependudukan Lingkungan Hidup No. 02/MENKLH/1988 dalam Sumampouw 2015, adalah masuknya makhluk hidup, zat, dan komponen lain ke dalam air, yang menyebabkan berubahnya komposisi air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menjadi kurang atau tidak dapat berfungsi lagi sesuai dengan fungsinya.

Menurut Palar 1994 dalam Irianto 2015, Pencemaran terjadi pada lingkungan yang terdapat bahan yang menyebabkan timbulnya perubahan yang tidak diharapkan yang bersifat fisika, kimiawi maupun bersifat biologis yang dapat mengganggu kesehatan manusia, eksistensi manusia, dan aktivitas manusia serta organisme lainnya.

Jadi, pencemaran lingkungan adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (UU RI No. 32 Tahun 2009 dalam Irianto 2015).

##### **2.1.2 Pencemaran Air**

Menurut PP No 20/1990 dalam Warlina 2004 tentang Pencemaran Air, pencemaran air di definisikan sebagai: “Pencemaran air adalah masuknya

mahluk hidup, zat, dan atau komponen lain ke dalam air oleh kegiatan manusia sehingga kualitas dari air turun hingga batas tertentu yang menyebabkan air tidak berguna sesuai fungsinya. Pencemaran air terjadi pada sumber air seperti danau, sungai, laut dan air tanah yang disebabkan oleh aktivitas manusia. Air dikatakan terjadi pencemaran jika tidak dapat digunakan sesuai dengan fungsinya. Walaupun fenomena alam, seperti gunung meletus, badai dan gempa bumi merupakan penyebab utama perubahan kualitas air, namun fenomena tersebut tidak dapat disalahkan sebagai penyebab pencemaran air.

Secara umum, sumber-sumber pencemaran air adalah sebagai berikut:

a. Limbah industri

Menurut penelitian Ginting 2007 dalam Farid 2011, Limbah adalah bahan yang sengaja buang karena sudah tidak dapat digunakan dan tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah yang mengandung bahan polutan memiliki sifat toksik dan berbahaya bagi tubuh manusia, dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relatif sedikit tetapi berpotensi untuk merusak lingkungan dan sumber daya. Berdasarkan nilai ekonominya limbah dibedakan menjadi limbah yang mempunyai nilai yang dapat diolah dan limbah yang tidak dapat diolah.

Limbah yang dapat diolah yaitu limbah dimana dengan melalui suatu proses lanjut akan memberikan suatu nilai tambah dan dapat digunakan kembali. Limbah tidak dapat diolah adalah suatu limbah yang walaupun telah dilakukan proses lanjut dengan cara apapun tidak akan dapat digunakan kembali. Limbah yang tidak dapat diolah sering menimbulkan pencemaran dan kerusakan lingkungan (Kristanto 2002 dalam Samosir 2014). Contoh dari limbah industri adalah bahan kimia baik cair maupun padat, sisa-sisa bahan bakar.

1. Pengunungan lahan hijau/hutan akibat perumahan, bangunan
2. Limbah pertanian (pembakaran lahan, pestisida)
3. Limbah pengolahan kayu
4. Penggunaan bom oleh nelayan dalam mencari ikan di laut.

b. Limbah Cair

Limbah cair adalah sisa dari hasil usaha yang berwujudkan cair. Limbah cair bersumber dari pabrik atau industri yang banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Disamping itu, bahan baku yang mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya ada air yang harus dibuang. Bagi industri – industri besar, misalnya industri kertas. Teknologi pengolahan limbah cair yang dihasilkan sudah memadai, namun tidak menutup kemungkinan untuk industri – industri kecil membuang limbah cair (Suherman, 2018).

Teknologi pengolahan limbah air adalah kunci dalam memelihara lingkungan sekitar. Berbagai teknik pengolahan air buangan untuk disisihkan bahkan polutannya. Apapun macam teknologi pengolahan air limbah industri maupun domestik yang didirikan harus dapat dioperasikan dan mampu dipelihara oleh masyarakat setempat (Suherman, 2018).

## 2.2 Pencemaran Logam Berat Pada Perairan

Air laut adalah suatu komponen yang berinteraksi dengan lingkungan daratan, dimana buangan limbah dari daratan akan bermuara ke laut. Limbah tersebut mengandung polutan kemudian masuk ke dalam ekosistem perairan pantai dan laut. Sebagian larut dalam air, sebagian tenggelam ke dasar dan terkonsentrasi ke sedimen, dan sebagian masuk ke dalam jaringan tubuh

organisme laut (termasuk fitoplankton, ikan, udang, dan lain-lain). Polutan (bahan cemar) ikut masuk ke dalam tubuh manusia dan terakumulasi terus-menerus (Nur, 2015).

Keberadaan logam berat yang ada di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan limbah industri. Limbah yang paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri. Pencemaran laut merupakan suatu peristiwa masuknya polutan pencemar seperti partikel kimia, limbah industri, limbah pertanian dan perumahan, ke dalam laut, yang bisa merusak lingkungan laut. Polutan berbahaya tersebut memiliki dampak yang bermacam-macam dalam perairan (Surbakti, 2014).

Logam berat yang masuk ke air/laut secara alami berasal dari 3 sumber, yaitu:

- a. Masukan dari daerah pantai (*coastal supply*) : masukan logam berat yang berasal dari sungai dan hasil abrasi.
- b. Masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) : masukan logam berat yang meliputi logam-logam dibebaskan aktivitas gunung berapi di laut dalam dan logam-logam yang dibebaskan dari partikel atau sedimen oleh proses kimiawi.
- c. Masukan dari lingkungan dekat daratan pantai : masukan logam berat yang termasuk logam-logam yang ditransportasikan dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu (Nur, 2015).

### 2.3 Pencemaran Logam berat Timbal (Pb) didalam Perairan

Logam berat Timbal (Pb) yang terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi sumber racun bagi sistem kehidupan di perairan. Kadar logam berat dapat meningkat apabila limbah perkotaan, pertambangan, pertanian, dan perindustrian yang banyak mengandung logam berat masuk ke dalam perairan (Palar 1994 dalam Rangkuti, 2009).

Menurut Sundari 2009, salah satu pabrik industri yang menghasilkan logam berat adalah industri keramik, industri kertas. Limbah industri keramik dapat menghasilkan limbah glasir dan limbah tanah liat. Limbah glasir mengandung logam berat timbal (Pb) yang berasal dari proses perwarnaan keramik dan dapat berpotensi mencemari lingkungan perairan. Pada proses pengglasiran, bahan mentah yang digunakan untuk membuat keramik terdiri dari bahan pembentuk, pelebur, pengental dan pewarna. Logam timbal (Pb) dan Seng (Zn) biasanya ditemukan pada bahan pelebur yang digunakan dalam bentuk timbal oksida (PbO) dan seng oksida (ZnO). Logam berat yang digunakan sebagai bahan glasir berpotensi dapat mengkontaminasi pada badan air apabila tidak diolah dengan tepat. Sedangkan limbah industri kertas mengandung timbal hitam (Pb) dari tinta koran (Novita, 2012).

Timbal (Pb) merupakan mineral yang tergolong bahan yang berpotensi toksik. Masuknya Pb ke dalam tubuh makhluk hidup dapat melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), saluran pernafasan (inhalasi), dan penetrasi melalui kulit (topikal) (Sudarwin 2008 dalam Surahmi Usman *et al*, 2013).

Kandungan logam berat dalam perairan secara alamiah berada dalam jumlah yang relatif sedikit. Tetapi dengan adanya aktifitas masyarakat disekitar Sungai seperti kegiatan industri, domestik, pertanian, dan lainnya dapat menjadi faktor penyebab terjadinya peningkatan kandungan logam berat dan dapat menimbulkan pencemaran logam berat pada perairan sungai (Kamarati *et al*, 2018).

## **2.4 Tinjauan Tentang Timbal (Pb)**

### **2.4.1 Pengertian Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) sering juga disebut sebagai timah hitam atau Plumbum, logam ini disimbolkan dengan Pb. Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat beracun dan berbahaya, banyak ditemukan sebagai pencemar dan cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan. Adanya timbal (Pb) yang masuk ke dalam ekosistem dapat menjadi sumber pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan seperti dapat mematikan ikan terutama pada fase juvenil karena toksisitasnya tinggi. Timbal (Pb) yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat (Yulaipi dkk, 2013).

Timbal (Pb) adalah salah satu bahan pencemar toksik utama saat ini di lingkungan, hal ini bisa terjadi karena sumber utama pencemaran timbal adalah dari emisi gas buang kendaraan bermotor, selain itu timbal juga terdapat dalam limbah cair industri yang proses produksinya menggunakan timbal, seperti industri pembuatan baterai, industri cat, dan industri keramik (Irwan *et al*, 2013).



Gambar 2.1 Timbal (Pb) (Tempel 2007 dalam Suratno 2013)

#### 2.4.2 Sifat – Sifat Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah unsur yang bersifat logam, hal ini merupakan anomali karena unsur-unsur di atasnya (Gol IV) yakni Karbon dan Silikon bersifat non-logam. Timbal (Pb) memiliki sifat khusus seperti dibawah ini :

- a. Berwarna putih kebiru-biruan dan mengkilap.
- b. Lunak sehingga sangat mudah ditempa.
- c. Tahan asam, karat dan bereaksi dengan basa kuat.
- d. Daya hantar listrik kurang baik. (Konduktor yang buruk)
- e. Massa atom relatif 207,2
- f. Memiliki Valensi 2 dan 4.
- g. Tahan Radiasi

Selain sifat khusus di atas, timbal (Pb) memiliki sifat kimia dan fisika seperti berikut:

##### 1. Sifat Fisika Timbal (Pb) :

- a. Fasa pada suhu kamar : Padatan
- b. Nomor Atom : 82

- c. Densitas : 11,34 g/cm<sup>3</sup>
- d. Titik leleh : 327,5°C
- e. Titik didih : 1.749°C
- f. Kalor Peleburan : 4,77 kJ/mol
- g. Kalor Penguapan : 179,5 kJ/mol
- h. Kalor jenis : 26,650 J/molK

(Yamin, 2017)

## 2. Sifat Kimia Timbal (Pb) :

- a. Bilangan oksidasi : 4,2,-4
- b. Elektronegativitas : 2,33 (skala penuh)
- c. Energi ionisasi 1 : 715,6 kJ/mol
- d. Energi ionisasi 2 : 1450,5 kJ/mol
- e. Energi ionisasi 3 : 3081,5 kJ/mol
- f. Jari-jari atom : 175 pm
- g. Radius ikatan kovalen : 146 pm
- h. Sifat kemagnetan : diamagnetik
- i. Resistifitas termal : 208 nohm.m
- j. Konduktifitas termal : 35,3 W/mK

(Reny *et al*, 2016)

### 2.4.3 Sumber dan Distribusi Timbal (Pb)

Logam berat memasuki hidrosfer dari beragam sumber baik secara alami atau disebabkan oleh manusia. Pada skala waktu geologi sumber alami seperti



kerusakan secara kimiawi dan kegiatan gunung berapi merupakan mekanisme pelepasan yang tersebar dan bertanggung jawab terhadap susunan kimiawi pada ekosistem laut dan air tawar.

Logam – logam di atmosfer berdasarkan sumber alamiahnya berasal dari:

- A. Debu – debu dari kegiatan gunung berapi
- B. Erosi dan pelapukan tebing dan tanan
- C. Asap dari kebakaran hutan
- D. Aerosol dan partikulat dari permukaan laut

Kegiatan manusia juga merupakan sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Masuknya logam berasal dari buangan langsung berbagai jenis limbah yang bersifat beracun, gangguan pada cekungan – cekungan perairan, presipitasi dan jatuhnya atmosfer.

Selain itu sumber utama pemasukan logam berat timbal (Pb) berasal dari berbagai industri seperti industri pigmen, bahan peledak, pembungkus kabel, pateri, bearing metal (tiang pondasi), dan industri kimia yang menggunakan bahan pewarna (Hutagaol, 2012).

Adapun penggolongan sumber dari Timbal (Pb), yaitu:

#### **A. Sumber dari alam**

Timbal (Pb) yang tercampur dengan batu fosfat, terdapat didalam batu pasir kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah mempunyai kadar sekitar 5 – 25 mg/kg dan di air bawah tanah berkisar antara 1- 60 µg/liter. Secara alami Pb juga ditemukan dalam air. Kadar Pb pada air sungai adalah sebesar 1 -10 µg/liter. Kadar timbal (Pb) dalam air laut lebih rendah dari pada

kadar air tawar. Laut bermuda yang dikatakan terbebas dari pencemaran mengandung Pb sekitar 0,07 µg/liter (Reny *et al*, 2016).

Logam berat Pb yang berasal dari tambang dapat berubah menjadi PbS (golena),  $PbCO_3$  (cerusite) dan  $PbSO_4$  (anglesite) dan ternyata golena merupakan sumber utama timbal (Pb) yang berasal dari tambang. Logam berat timbal (Pb) yang berasal dari tambang tersebut bercampur dengan Zn (seng) dengan kontribusi 70%, kandungan Pb murni sekitar 20% dan sisanya 10% terdiri dari campuran seng dan tembaga (Reny *et al*, 2016).

### **B. Sumber dari Industri**

Industri yang berpotensi sebagai sumber pencemaran Timbal (Pb) adalah semua industri yang memakai Timbal (Pb) sebagai bahan baku maupun bahan penolong, misalnya :

1. Industri pengecoran dan pemurnian : Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (primary lead), maupun secondary lead yang berasal dari potongan logam (scrap).
2. Industri baterai : Industri ini banyak menggunakan logam Pb terutama lead antimony alloy dan lead oxides sebagai bahan dasarnya.
3. Industri bahan bakar : Timbal (Pb) berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead banyak dipakai sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga baik industri maupun bahan bakar yang menghasilkan merupakan sumber pencemaran Timbal (Pb).
4. Industri kabel : Industri kabel memerlukan Timbal (Pb) untuk melapisi kabel. Saat ini pemakaian Timbal (Pb) di industri kabel mulai berkurang, walaupun masih digunakan campuran logam berat yang lain seperti Cd,

Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan untuk kehidupan makhluk hidup.

5. Industri kimia yang menggunakan bahan pewarna : Pada industri ini seringkali dipakai Timbal (Pb) karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain. Sebagai pewarna merah pada cat biasanya dipakai red lead, sedangkan untuk warna kuning dipakai lead chromate (Dessy 2012 dalam Reny *et al*, 2016).

### C. Sumber dari Transportasi

Senyawa Timbal (Pb)-organik seperti timbal (Pb)-tetraetil dan timbal (Pb)-tetrametil banyak digunakan sebagai zat aditif pada bahan bakar bensin untuk meningkatkan angka oktan secara ekonomi dan merupakan bagian terbesar dari seluruh emisi Timbal (Pb) ke atmosfer. Kendaraan bermotor memberikan kontribusi terbesar dalam timbal (Pb) di udara. Bensin menghasilkan Timbal (Pb). Emisi timbal (Pb) adalah hasil dari pembakaran bahan tambahan timbal (Pb) pada bahan bakar kendaraan bermotor. Timbal (Pb) dihasilkan melalui campuran logam berat timbal (Pb) dengan bahan bakar bensin. Setelah proses dilakukan logam berat timbal (Pb) akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buangan yang lainnya (Dessy 2012 dalam Reny *et al*, 2016).

### D. Sumber dari Perairan

Timbal (Pb) dan persenyawaannya dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah dan sebagai dampak buruk dari aktivitas manusia. Kosentrasi logam toksik salah satunya adalah timbal (Pb) dalam lingkungan perairan secara alamiah biasanya sangat kecil sekali. Kosentrasi logam timbal (Pb) secara alamiah dalam air laut 0,03  $\mu\text{g/L}$  dan air sungai 3  $\mu\text{g/L}$ . Standar kosentrasi logam berat Pb

dalam air yang direkomendasikan yaitu 0,10 mg/L. Timbal (Pb) dapat bersumber dari kontaminasi pipa, solder dan kran air. Kandungan timbal dalam air sebesar 15 mg/l dianggap konsentrasi yang aman untuk dikonsumsi.

### **E. Sumber dari Makanan**

Bahan pangan yang dikonsumsi oleh manusia juga dapat mengandung logam berat timbal (Pb) secara alami terutama terhadap ikan. Ikan yang dikonsumsi juga bisa terpapar oleh logam berat timbal (Pb) karena ikan tersebut berasal dari dalam perairan (Reny *et al*, 2016),

### **2.5 Keracunan Timbal (Pb)**

#### **2.5.1 Definisi Keracunan Timbal (Pb)**

Keracunan timbal adalah suatu keadaan dengan kadar timbal darah 10 µg/dL atau lebih, dimana kadar timbal darah secara alami adalah 0 µg/dL. Timbal (Pb) mempengaruhi semua organ dan sistem tubuh. Timbal mempengaruhi fungsi dari sistem saraf, pada suatu studi di Cina mengatakan bahwa kadar timbal dalam darah 10 µg/dL signifikan terhadap fungsi intelektual pada anak dan sangat kuat berhubungan dengan paparan timbal (Pb) (Hidayah, 2017).

#### **2.5.2 Sumber Pencemaran Timbal (Pb) pada Anak**

Sumber - sumber lingkungan yang potensial mengandung timbal antara lain asap knalpot kendaraan dengan bahan bakar bensin bertimbal, debu timbal yang menempel pada makanan atau minuman jajanan di pinggir jalan, pengelasan, debu timbal di lantai, daur ulang aki, keramik berlapis timbal, kabel berlapis timbal, plastik, kosmetik, dan tanah. Timbal dapat juga bersumber dari berbagai produk

lain, seperti serpihan bekas cat, pengobatan herbal, deodoran, makanan atau minuman dengan kemasan kaleng, bahkan makanan impor (Hidayah, 2017).

Faktor sosial dan ekonomi juga point penting terpapar timbal, dimana keluarga miskin lebih sering menempati daerah industri, atau menempati rumah tua yang masih dengan cat berbahan dasar timbal. Kultur dan etnis juga berperan terpapar timbal dari penggunaan kosmetik tradisional, obat herbal selama hamil (Hidayah, 2017).

Timbal (Pb) berupa debu atau partikel dapat terhirup dan masuk ke saluran pernapasan terutama yang berasal dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar yang mengandung timbal dan akan melepaskan 95% timbal ke udara sehingga mencemari udara. Debu timbal dapat menempel pada makanan atau minuman jajanan di pinggir jalan dan dikonsumsi oleh pembeli (Hidayah, 2017).

## **2.6 Tinjauan Tentang Ikan**

### **2.6.1 Pengertian Ikan**

Ikan di definisikan sebagai hewan bertulang belakang (vertebrata) yang hidup di air dan secara sistematis ditempatkan pada Filum Chordata dengan karakteristik memiliki insang yang berfungsi untuk mengambil oksigen yang terlarut di air dan sirip yang digunakan untuk berenang. Ikan banyak ditemukan di semua perairan di dunia dengan bentuk dan karakter yang berbeda-beda (Adrim, 2010 dalam Syawal Syah Fitrah *et al*, 2016).

## 2.6.2 Jenis - Jenis Ikan

### 2.6.2.1 Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*)

#### A. Pengertian Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*)

Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) mempunyai ciri – ciri berbentuk badan agak panjang dan pipih dengan punggung meninggi, kepala kecil, moncong meruncing, mulut yang kecil terletak pada ujung hidung, sungut sangat kecil. Ada tonjolan – tonjolan sangat kecil, memanjang dari tulang mata sampai moncong dari dahi ke mata. Dibawah garis rusuk terdapat sisik  $5\frac{1}{2}$  buah dan  $3-3\frac{1}{2}$  buah diantara garis rusuk dan permulaan sirip perut. Garis rusuknya sebanyak antara 29-31 buah. Badan berwarna keperakan agak gelap di bagian punggung. Sirip punggung dan sirip ekor berwarna abu - abu atau kekuningan, dan sirip ekor bercagak dalam lobus membulat, sirip dada berwarna kuning dan sirip dubur berwarna oranye terang (Almira, 2014).



Gambar 2.2 Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) (Sumber Dokumen Pribadi)

## B. **Klasifikasi Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*)**

Ikan Tawes mempunyai nama lokal tawes (Indonesia), taweh atau tawas, lampam Jawa (Melayu). Adapun klasifikasi ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) sebagai berikut:

Kingdom : Animalia  
 Filum : Chordata  
 Kelas : *Actinopterygii*  
 Ordo : *Cypriniformes*  
 Famili : *Cyprinidae*  
 Genus : *Barbonymus*  
 Spesies : *Barbonymus gonionotus*

(Almira, 2014)

### 2.6.2.2 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

#### A. **Pengertian Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**

Berdasarkan penelitian Amri dan Khairuman 2003 dalam Apreli 2016, Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) adalah ikan air tawar yang termasuk famili Cichlidae dan merupakan ikan asal afrika. Ikan Nila merupakan ikan yang berjenis di introduksi dari luar negeri. Ikan Nila berasal dari afrika pada bagian timur di Sungai Nil, danau Tangayika, dan Kenya lalu dibawa ke Eropa, Amerika, Negara Timur Tengah dan Asia.

Secara umum bentuk tubuh Ikan Nila panjang dan ramping, dengan sisik berukuran besar. Mempunyai mata yang besar, menonjol, dan bagian tepinya berwarna putih. Ikan Nila mempunyai sirip sebanyak lima, yakni sirip punggung (*dorsal fin*), sepasang dada (*pectoral fin*), sepasang sirip perut (*venteral fin*), sepasang sirip anal (*anal fin*), dan sirip ekor (*caudal fin*). Sirip punggungnya memanjang dari bagian atas tutup insang hingga bagian atas sirip ekor.



Gambar 2.3 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) (Sumber Saanin 1968 dalam Heti 2013)

#### B. **Klasifikasi Ikan Nila** (*Oreochromis niloticus*)

Menurut penelitian Saanin 1984 didalam Apreli 2016, klasifikasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Osteichthyes
Ordo	: Percomorphi
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

#### 2.6.2.3 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

##### A. **Pengertian Ikan Mujair** (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan mujair termasuk jenis ikan yang mengkonsumsi air tawar, bentuk badan pipih dengan warna abu-abu, coklat atau hitam. Ikan mujair memiliki bentuk badan yang pipih dan memanjang, mempunyai sisik kecil – kecil bertipe stenoid, tubuh memiliki garis vertikal, sirip ekor memiliki garis berwarna merah.



Warna ikan ini tergantung pada lingkungan atau tempat yang dihuni (Webb et al 2007 dalam Pratiwi 2015).



Gambar 2.4 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) (Sumber Dokumentasi Pribadi)

B. **Klasifikasi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)**

Klasifikasi Ikan Nila (*Oreochromis mossambicus*) adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Actinopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis mossambicus</i>

(Webb et al 2007 dalam Pratiwi 2015)

## 2.7 Kandungan Gizi Ikan

Ikan adalah salah satu bahan makanan yang mengandung berbagai macam zat, selain harga yang lebih murah, absorpsi protein ikan lebih tinggi dibandingkan dengan produk hewani lain misalnya daging sapi dan ayam, karena daging ikan mempunyai serat - serat protein lebih pendek dari pada serat - serat protein daging sapi ataupun ayam. Jenisnya pun sangat beragam dan memiliki beberapa kelebihan, diantaranya adalah mengandung omega 3 dan omega 6, dan kelengkapan komposisi asam amino (Pandit 2008 dalam Meliala 2009).

Menurut Budiarmo 1998 dalam Meliala 2009, Ikan merupakan bahan pangan yang sangat baik mutu gizinya, karena didalam ikan mengandung kurang lebih 18 gram protein untuk setiap 100 gram ikan segar. Sedangkan ikan yang telah dikeringkan dapat mencapai kadar protein sebesar 40 gram dalam 100 gram ikan kering.

Ikan pada umumnya merupakan bahan pangan kaya akan yodium. Zat yodium diperlukan oleh tubuh untuk dapat membentuk hormon tiroksin. Ikan memiliki kandungan yodium mencapai 83 mikrogram/100 gram ikan. Sedangkan daging hanya mengandung 5 mikrogram/100 gram. Dengan mengkonsumsi ikan laut yang tinggi dapat mencegah penyakit gangguan kurangnya konsumsi yodium. Selain itu, ikan kaya akan protein, mineral seperti kalsium, fosfor yang diperlukan tubuh untuk pembentukan tulang, serta zat besi diperlukan untuk pembentukan haemoglobin pada darah (Meliala, 2009).

Daging ikan mempunyai komposisi kimia, yakni :

**Tabel 2.7 Komposisi Kimia Daging Ikan**

Komposisi	Jumlah Kandungan (%)
Air	60 – 84
Protein	18 – 30
Lemak	0.1 – 0.2
Karbohidrat	0.0 – 1.0
Vitamin dan Mineral	Sisanya

(Sumber: Suhartini dan Hidayat 2005 dalam Mileala 2009)

## 2.8 Manfaat Ikan Untuk Kesehatan

Menurut Effendi 2002 dalam Lutfiana 2014, Ikan merupakan bahan pangan yang kaya akan yodium. Zat ini diperlukan oleh tubuh untuk dapat membentuk hormon tiroksin. Kandungan yodium dalam ikan mencapai 83 mikrogram/100 gram ikan. Sementara daging hanya mengandung 5 mikrogram/100 gram. Dengan demikian konsumsi ikan laut yang tinggi dapat mencegah penyakit gangguan akibat kurangnya konsumsi yodium.

Adapun beberapa manfaat mengkonsumsi ikan adalah :

### a. Mengontrol kolesterol

Zat yang membantu proses pertumbuhan merupakan asam lemak tak jenuh. Zat ini bertugas baik dalam menjaga stamina tubuh agar tetap sehat. Salah satu zat yang mampu mengontrol kolestrol tubuh adalah omega 3 (Pandit 2008 dalam Simanjuntak 2016).

### b. Menurunkan Resiko Penyakit Degeneratif

Fungsi lain dari omega 3 yakni membantu untuk menurunkan resiko penyakit degeneratif (kondisi kesehatan organ yang keadaannya terus menurun seiring

waktu). Contoh salah satu penyakitnya adalah penyakit jantung koroner, tekanan darah tinggi, kanker, dan lain – lain (Andriani dan Bambang 2012 dalam Simanjuntak 2016).

c. Baik untuk Anemia

Anemia biasanya memiliki tubuh yang lemas dan pucat. Seorang yang menderita anemia harus mengkonsumsi banyak sayur – sayuran untuk membantu pembentukan sel darah merah. Nutrisi dalam ikan terdapat vitamin B kompleks yang membantu untuk pembentukan sel haemoglobin dengan demikian sel darah merah juga akan terbentuk (Simanjuntak, 2016).

## 2.9 Metabolisme Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan

Menurut Lim 1998 didalam Nurfitriani 2017, Proses akumulasi timbal (Pb) pada ikan terjadi setelah terjadi absorpsi timbal (Pb) dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi. Timbal (Pb) akan terbawa oleh sistem darah dan didistribusikan melalui jaringan. Timbal (Pb) dalam tubuh akan terikat oleh gugus S-H dalam molekul protein dan menyebabkan aktivitas kerja sistem enzim menjadi terhambat. timbal (Pb) mengganggu sistem sintesis haemoglobin (Hb) dan gangguan metabolik dari pembentukan Hb merupakan tanda-tanda keracunan timbal (Pb).

Seperti halnya pada ikan, timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan, saluran pencernaan dan sedikit lewat kulit yang kemudian akan didistribusikan ke dalam berbagai jaringan tubuh. Pb dapat diabsorpsi melalui saluran pencernaan didistribusikan ke dalam jaringan tubuh melalui darah (Nurfitriani, 2017).

Timbal (Pb) diabsorpsi ikan dari lingkungan air atau pakan yakni fitoplankton, zooplankton dan tumbuhan renik yang sudah terakumulasi timbal (Pb) dan akan terikat dengan protein (ligand binding) pada jaringan tubuhnya. Pengambilan awal timbal (Pb) oleh organisme air dapat melalui tiga proses utama yakni melalui alat pernafasan (insang), permukaan tubuh, dan dari makanan atau air melalui sistem pencernaan (Murtiani 2003 dalam Nurfitriani 2017).

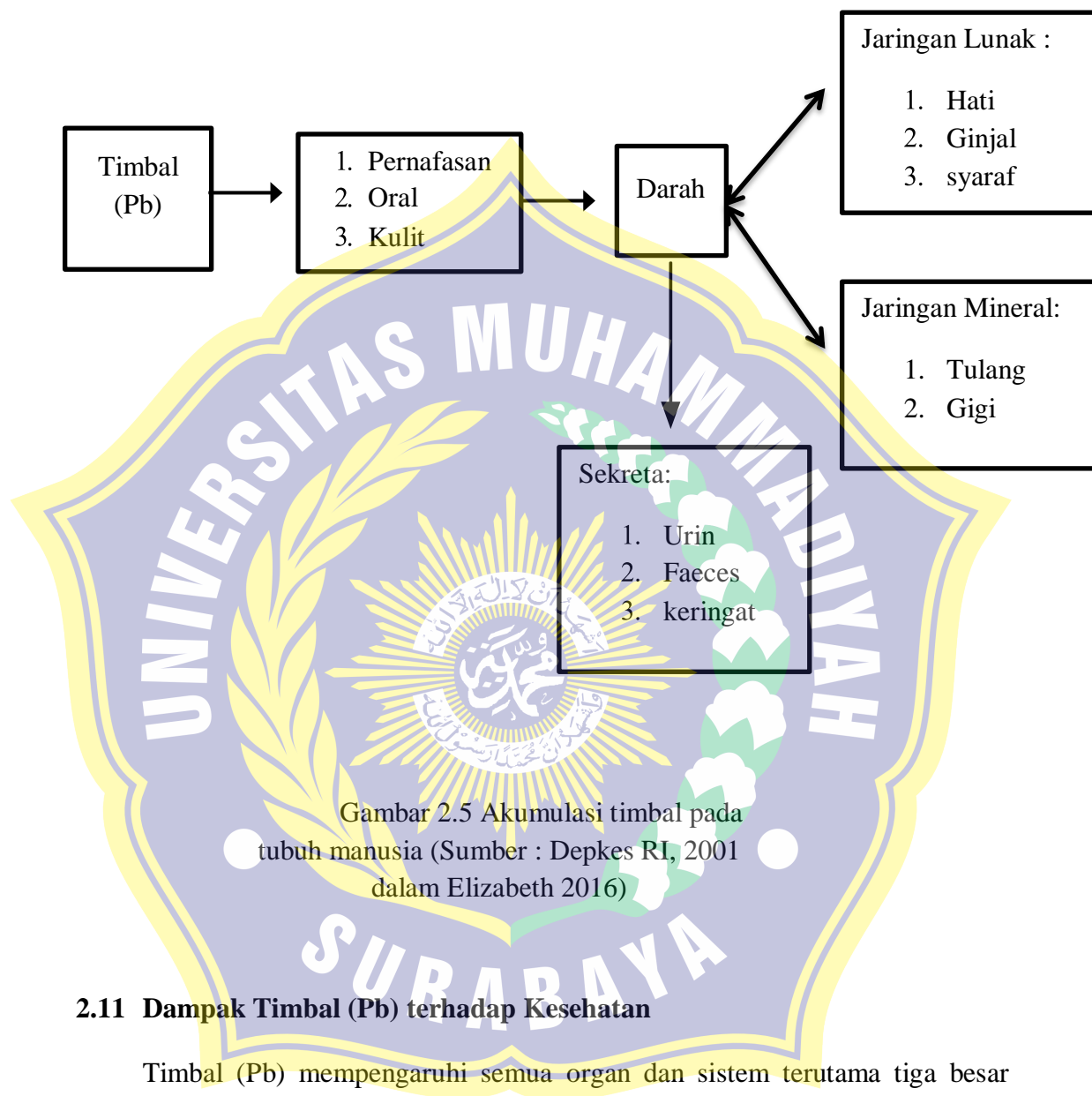
Menurut Metelev *et al* 1983 dalam Nurfitriani 2017, Ciri-ciri ikan yang terkena racun dari timbal (Pb) adalah sebagai berikut:

- a. Gerakan sangat aktif
- b. Aktivitas respirasi meningkat
- c. Kehilangan keseimbangan
- d. Kerusakan pada saluran pernafasan (bronchi)
- e. Insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan
- f. Terjadinya hemolisis dan kerusakan pada eritrosit.

### **2.10 Metabolisme Logam Berat (Pb) pada Manusia**

Timbal adalah logam berat yang dapat menyebabkan keracunan dan terakumulasi dalam tubuh manusia. Proses masuknya timbal ke dalam tubuh dapat melalui makanan atau minuman, udara, dan penetrasi pada kulit. Penyerapan lewat kulit ini dapat terjadi disebabkan karena senyawa ini dapat larut dalam minyak dan lemak. Timbal (Pb) melalui udara masuk ke saluran pernafasan akan terserap dan berikatan dengan darah dan paru-paru kemudian diedarkan ke seluruh jaringan dan organ tubuh. Sekitar 90% timbal yang terserap oleh darah berikatan dengan sel-sel darah merah (Palar 2008 dalam Elizabeth 2016).

Berikut ini adalah skema akumulasi paparan timbal yang dapat masuk ke dalam tubuh manusia:



Gambar 2.5 Akumulasi timbal pada tubuh manusia (Sumber : Depkes RI, 2001 dalam Elizabeth 2016)

### 2.11 Dampak Timbal (Pb) terhadap Kesehatan

Timbal (Pb) mempengaruhi semua organ dan sistem terutama tiga besar yaitu sistem hematologi, sistem saraf pusat dan perifer serta sistem ginjal. Gejala susunan saraf pusat antara lain akibat edema serebral dan peningkatan tekanan intrakranial. Pada keadaan yang akut dapat menyebabkan nyeri kepala, perubahan perilaku dan perubahan kognitif pada keadaan kronik dapat menyebabkan

kelelahan, bahkan kejang dan koma yang dapat mengakibatkan kematian (Hidayah, 2017).

Logam berat timbal (Pb) bersifat sangat toksik bagi manusia karena dapat terakumulasi dalam tulang, yang dapat menyebabkan keracunan akut maupun kronis. Keracunan kronis dapat menyebabkan kelelahan, kelesuhan, kehilangan libido, gangguan menstruasi, depresi, nyeri kepala, sulit tidur, dan lain – lain. Keracunan akut terjadi bila logam berat timbal (Pb) masuk ke dalam tubuh melalui makanan atau menghirup gas timbal (Pb) dalam waktu yang relatif pendek dengan dosis yang relatif tinggi (Wahyu 2008 dalam Fadhlani 2016).

Dampak keracunan yang disebabkan keberadaan timbal (Pb) dalam tubuh dapat mempengaruhi jaringan – jaringan yang ada didalam tubuh manusia. Organ – organ tubuh yang banyak menjadi sasaran yakni sistem syaraf, sistem ginjal, sistem reproduksi, maupun sistem endokrin (Palar 2008 dalam Elizabeth 2016).

Pada sistem hematologi timbal dapat menyebabkan anemia karena mengganggu biosintesis heme dan merusak membran sel eritrosit. Defisiensi besi dan anemia sangat erat hubungan dengan fungsi kognitif khususnya gangguan perhatian pada anak prasekolah dan anak yang sudah sekolah. Beberapa studi menemukan kadar timbal yang meningkat pada anak dengan anemia defisiensi besi. Beberapa studi lainnya menunjukkan peningkatan bermakna proporsi antara kadar timbal dalam darah 100 sampai 199  $\mu\text{g/dL}$  dan  $> 200 \mu\text{g/dL}$  dengan anemia defisiensi besi (Hidayah, 2017).

## **2.12 Metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

### **2.12.1 Pengertian Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrometri Serapan Atom (SSA) adalah metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas. SSA ditujukan untuk mengetahui unsur logam renik didalam sampel yang dianalisis. Spektrofotometri Serapan Atom didasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom-atom netral dalam keadaan gas, untuk itu diperlukan kalor atau panas (Dinana Aprilia *et al*, 2015).

### **2.12.2 Prinsip Kerja Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Prinsip kerja Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah sampel yang berbentuk liquid diubah menjadi bentuk aerosol bersama campuran gas bahan bakar masuk ke dalam nyala, unsur yang dianalisa menjadi atom-atom dalam keadaan dasar. Lalu sinar yang berasal dari lampu katoda dengan panjang gelombang yang sesuai dengan unsur yang uji, akan dilewatkan kepada atom dalam nyala api sehingga elektron pada kulit terluar dari atom naik ke tingkat energi yang lebih tinggi atau tereksitasi. Penyerapan yang terjadi berbanding lurus dengan banyaknya atom berada dalam nyala. Sinar yang tidak diserap oleh atom akan diteruskan dan dipancarkan kepada detektor, kemudian diubah menjadi sinyal yang terukur. Sinar yang diserap disebut absorbansi dan sinar yang diteruskan disebut emisi (Dinana Aprilia *et al*, 2015).



### 2.12.3 Bagian – Bagian Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

#### A. Sumber radiasi resonansi

Sumber radiasi resonansi yang digunakan adalah lampu katoda yang berongga. Elektroda lampu katoda berongga biasanya terdiri dari wolfram dan katoda berongga yang dilapisi dengan unsur murni atau campuran dari unsur murni yang dikehendaki.

Pemancaran radiasi resonansi terjadi bila kedua elektroda diberi tegangan, arus listrik yang terjadi menimbulkan ionisasi gas-gas pengisi. Ion-ion gas yang bermuatan positif ini menembaki atom-atom yang terdapat pada katoda menyebabkan tereksitasinya atom-atom (Dinana Aprilia *et al*, 2015).

#### B. Atomizer

Atomizer terdiri atas :

1. Nebulizer berfungsi untuk mengubah larutan menjadi aerosol dengan cara menarik larutan melalui kapiler dengan pengisapan gas bahan bakar dan oksidan, disemprotkan ke ruang pengabut. Partikel-partikel kabut yang halus kemudian bersama-sama aliran campuran gas bahan bakar, masuk ke dalam nyala, sedangkan titik kabut yang besar dialirkan melalui saluran pembuangan.
2. Spray chamber berfungsi untuk membuat campuran secara homogen antara gas oksidan, bahan bakar dan aerosol.
3. Burner merupakan sistem tepat terjadi atomisasi yakni perubahan kabut/uap garam unsur akan dianalisis menjadi atom-atom normal dalam nyala.

- C. Monokromator berfungsi untuk memisahkan radiasi resonansi yang telah mengalami absorpsi dari radiasi-radiasi lainnya. Radiasi lainnya berasal dari lampu katoda berongga, gas pengisi lampu katoda berongga atau logam pengotor dalam lampu katoda berongga.
- D. Detektor berfungsi untuk mengukur radiasi yang ditransmisikan oleh sampel dan mengukur intensitas radiasi tersebut dalam bentuk energi listrik.
- E. Rekorder yakni sinyal listrik yang keluar dari detektor diterima oleh piranti yang dapat menggambarkan secara otomatis pada kurva absorpsi.
- F. Lampu Katoda adalah sumber cahaya pada SSA. Lampu katoda berfungsi untuk sumber cahaya yang memberikan energi sehingga unsur logam yang akan diuji, mudah tereksitasi. Lampu katoda memiliki masa pakai atau umur pemakaian selama 1000 jam. Lampu katoda pada setiap unsur yang akan diuji berbeda-beda tergantung unsur yang akan diuji, seperti lampu katoda Cu, hanya bisa digunakan untuk pengukuran unsur Cu. Lampu katoda terbagi menjadi 2 macam, yaitu :
1. Lampu Katoda Monologam : untuk mengukur hanya 1 unsur.
  2. Lampu Katoda Multilogam : untuk mengukur beberapa logam sekaligus, hanya saja harganya lebih mahal.
- G. Tabung Gas pada SSA digunakan untuk tabung gas yang berisi gas asetilen. Gas asetilen pada SSA memiliki kisaran suhu sekitar  $\pm 20.000$  K, dan ada juga tabung gas yang berisi gas  $N_2O$  yang lebih panas dari gas asetilen, yang mempunyai kisaran suhu  $\pm 30.000$ K. Regulator pada tabung gas asetilen berfungsi sebagai pengaturan banyak sedikitnya gas yang akan

dikeluarkan, dan gas yang berada didalam tabung. Spedometer pada bagian kanan regulator merupakan pengatur tekanan yang berada di dalam tabung.

- H. Ducting merupakan bagian cerobong asap sebagai penyedot asap atau sisa pembakaran pada SSA, langsung dihubungkan dengan cerobong asap bagian luar pada atap bangunan, agar asap yang dihasilkan oleh SSA tidak berbahaya bagi lingkungan sekitar. Asap yang dihasilkan dari pembakaran pada SSA, diolah di dalam ducting, agar polusi yang dihasilkan tidak berbahaya.
- I. Kompresor merupakan alat yang terpisah dengan main unit, alat ini berfungsi untuk mensuplai udara yang akan digunakan oleh SSA, juga berfungsi untuk menyaring udara dari luar. Bagian belakang kompresor digunakan sebagai tempat penyimpanan udara setelah selesai penggunaan SSA.
- J. Burner merupakan bagian terpenting didalam main unit, burner berfungsi sebagai tempat pencampuran gas asetilen, dan aquabides.
- K. Buangan pada SSA disimpan dalam jurigen dan diletakkan terpisah pada SSA. Buangan dihubungkan dengan selang buangan yang dibuat melingkar, agar sisa buangan sebelumnya tidak naik lagi ke atas, karena bila hal ini terjadi dapat mematikan proses pengatomisasian nyala api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat api pada saat pengukuran sampel, sehingga kurva yang dihasilkan akan terlihat buruk (Dinana Aprilia et al, 2015).

#### 2.12.4 Pengukuran Timbal (Pb) Secara Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)

Analisis logam berat timbal (Pb) menggunakan metode Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dapat dilakukan pada berbagai jenis sampel, baik sampel organik maupun sampel anorganik. Preparasi sampel dapat dilakukan dengan cara destruksi basah maupun destruksi kering. Analisis Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi dari sumber nyala atom – atom yang berada pada tingkat energi dasar (Taufikurrahman, 2016).

Pada sistem atomisasi nyala, larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam akan diubah menjadi aerosol dengan dilewatkan pada *nebulizer*, kemudian dengan adanya penguapan pelarut butiran aerosol akan menjadi padatan. Setelah itu, terjadi perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat didalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk atom – atomnya (Vera, 2011).

Pada persiapan sampel, kebanyakan sampel tidak dilakukan atomisasi secara elektrotermal karena matriks dari sampel telah dihilangkan pada proses pengurangan sebelum atomisasi. Pada atomisasi nyala kebanyakan sampel cair dapat disemprotkan langsung ke dalam nyala setelah diencerkan dengan pelarut yang cocok. Sampel padat biasanya dilarutkan dalam asam, tetapi ada yang didahului dengan peleburan alkali (Harmita 2006 dalam Vera, 2011).

Hal – hal yang perlu diperhatikan agar tidak ada gangguan pada Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) adalah sifat – sifat fisika dari zat yang diperiksa dan larutan pembanding harus sama, terbentuknya senyawa yang sukar menguap antara anion dengan analit, dan lain – lain (Vera, 2011).