

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Tentang Susu

Susu disebut sebagai bahan makanan yang sempurna, memiliki nilai gizi yang tinggi dan lengkap. Kandungan gizi dalam susu sangat ideal, mudah dicerna dan diserap oleh darah dengan sempurna. Didalam susu terkandung karbohidrat yang berfungsi sebagai bahan pembakar pada proses metabolisme dan digunakan dalam perkembangan sel otak. Lemak susu yang terdiri dari Asam lemak merupakan sumber energy bagi tubuh. Protein dalam susu mengandung 11 asam amino essensial yang jarang ditemukan dalam makanan Asal padi padian (*cereal grains*). Kalsium dan vitamin D pada susu sangat penting, susu diperkirakan dapat mensuplai 725 mg kebutuhan kalsium untuk manusia. Kandungan vitamin dan mineral yang terkandung pada susu berfungsi sebagai bahan pembantu pada proses kataboise dan anabiose metabolisme (Lukman et al. 2009).



Gambar 2.1 Susu (Anonim, 2015)

2.1.1 Kandungan Susu Dan Manfaat Susu

Menurut Vina aziz , 2007 Kandungan susu berkisar antara 3-5% sedangkan kandungan lemak berkisar 3-8%. Kandungan energi adalah 65 kkal, dan pH susu adalah 6,7. Komposisi air susu rata-rata adalah sebagai berikut : air (87,90%), kasein (2,70%), lemak (93,45%), bahan kering (12,10%), albumin (0,50%), protein(3,20%), bahan kering laktosa (4,60%), vitamin, enzim, gas (0,85%).

Manfaat dari susu yaitu Dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa mengkonsumsi susu sedikitnya 1,5 liter perhari memperkecil resiko penyakit jantung. Sekelompok pakar peneliti juga mengatakan bahwa minum susu lebih dari rata rata dapat memberikan perlindungan terhadap resiko stroke (Winarno, 2007). Adapun macam manfaat dari susu adalah sebagai berikut: Susu mengandung *potassium*, yang dapat menggerakkan dinding pembuluh darah pada saat tekanan darah tinggi untuk menjaganya agar tetap stabil, mengurangi bahaya akibat apopleksi, juga dapat mencegah penyakit darah tinggi dan penyakit jantung. Kandungan *yodium*, seng dan leticin dapat meningkatkan secara drastis keefisiensian kerja otak besar. Zat besi,

tembaga dan vitamin A dalam susu mempunyai fungsi terhadap kecantikan, yaitu dapat mempertahankan kulit agar tetap bersinar. Kalsium susu dapat menambah kekuatan tulang, mencegah tulang menyusut dan patah tulang, Kandungan magnesium dalam susu dapat membuat jantung dan sistem syaraf tahan terhadap kelelahan. Kandungan Seng pada susu sapi dapat menyembuhkan luka dengan cepat. Kandungan vitamin B2 di dalam susu sapi dapat meningkatkan ketajaman penglihatan. (Darmayanti, 2011).

Tujuan dari konsumsi susu ini adalah untuk meningkatkan daya imun tubuh agar metabolisme terjaga dan penyakit tidak mudah masuk ke dalam tubuh. Adapun penyakit yang ada di dalam tubuh akan dibantu proses pemulihannya. Sehingga susu ini dianjurkan untuk orang dewasa dimana kekebalan tubuhnya banyak menurun (Essy P. 2009).

2.1. Tabel Komposisi Susu

Komponen	Persentase (%)
Bahan kering	13
Lemak	4
Protein	3.4
Kasein	2.8
Laktosa	4.8
Abu	0.7

Sumber Hidayat *et al.*, 2006

2.1.2 Jenis Susu

Terdapat berbagai jenis susu, dan produk susu antara lain adalah susu sapi, susu kambing, susu bubuk full cream, susu bubuk skim, susu kultur, susu kental bergula (*condensed milk*). Selain itu juga terdapat susu kental tak bergula (*evaporated milk*), keju, kepala susu (*cream*), dan yogurt.

1. Susu Sapi mengandung 62 kalori energi dan 88,3 g air. Kandungan lemak dan karbohidrat dalam susu sapi masing-masing 3,5 g dan 4,3 g. Susu sapi mengandung kalsium sebanyak 144 mg dan tiamin sebanyak 0,03 mg
2. Susu kambing mengandung kalori sebanyak 64 dan kandungan air yang lebih rendah jika dibandingkan dengan susu sapi yaitu 85,9 g. Susu kambing juga memiliki kandungan lemak sebanyak 6,6 g dan karbohidrat 0,9 g. Selain itu kandungan kalsium pada susu kambing lebih rendah dari susu sapi sebanyak 98 mg
3. Susu bubuk full cream mengandung 513 kalori dan 3,5 g air. Lemak yang terdapat dalam susu bubuk full cream ialah 30 g. Susu ini memiliki kandungan lemak sebanyak 0,1 g dan karbohidrat sebanyak 52 g. Susu bubuk full cream juga memiliki kandungan kalsium yang tertinggi yaitu 1300 mg dan air sebanyak 35 g
4. Susu kental bergula (*condensed milk*) atau disebut susu kental manis mengandung 343 kalori dan 23,7 g air. Kandungan lemak dalam susu ini ialah 7,9 g manakala kandungan kalsiumnya ialah 243 mg. Susu kental tak bergula (*evaporated milk*) mengandung 139 kalori dan 23,7 g air. Terdapat

7,9 g lemak dan 9,9 g karbohidrat dalam susu ini. Kandungan kalsium dalam susu ini ialah 243 mg

5. Susu (*cream*) mengandung 206 kalori dan 72,5 g air. Kandungan lemak dalam kepala susu ialah 20 g manakala kalsiumnya ialah 97 mg. Yoghurt terdiri daripada 52 kalori 88 g air. Kandungan lemak dan kalsium masing-masing dalam susu ini ialah 2,5 g dan 120 mg (Hutagalung dkk, 2007).

2.1.3 Produk Susu Dan Hasil Olahannya

1. Susu Skim (*Skim Milk*) dan Susu Krim (*Whole Milk/Full Cream*)

Susu skim adalah susu segar yang tertinggal setelah krim diambil sebagian atau seluruhnya. Susu skim mengandung semua zat makanan dari susu kecuali lemak dan vitamin yang larut dalam lemak. Sedangkan Susu krim atau biasa dikenal dengan nama *full cream* adalah bagian dari susu yang kaya akan lemak yang timbul ke bagian atas dari susu pada waktu didiamkan ataupun dipisahkan dengan sentrifugal.

2. Susu Kental Manis dan Susu yang Diuapkan

Secara umum istilah susu kental manis berarti susu yang dimaniskan, yakni susu yang berbentuk cairan kental, warna putih kekuningan atau warna lain yang tergantung dari aroma yang ditambahkan, dengan bau dan rasa khas. Sedangkan Susu kental tak manis atau biasa disebut dengan susu yang diuapkan (*evaporated milk*) adalah susu dimana proses pembuatannya hampir sama dengan susu kental manis hanya dengan sedikit perubahan dengan tidak dilakukan penambahan sukrosa. Susu kental tidak manis

termasuk susu yang diawetkan, dikemas dalam kaleng, kardus dan botol. Jika wadahnya terbuka harus segera di habiskan.

3. Susu Kering atau Susu Bubuk

Produk-produk susu kering atau tepung susu adalah produk susu berwarna putih kekuningan, bau dan rasa khas susu, yang diperoleh dengan menghilangkan sebagian besar air dari susu dengan cara pengeringan yang pada umumnya melalui proses pengabutan, kemudian kelanjutan dari proses penguapan biasa kadar air dikurangi sampai di bawah 5% dan sebaiknya harus kurang dari 2%.

4. Susu Steril Susu steril

produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu pada suhu tidak kurang dari 100°C selama waktu yang cukup untuk mencapai keadaan steril komersial, dan dikemas secara hermetik (proses) pencegahan pembusukan produk pada penyimpanan dengan waktu yang lama.

5. Susu UHT (*Ultra High Temperature Milk*)

Susu UHT ini adalah produk susu yang diperoleh dengan cara mensterilkan susu pada suhu tidak kurang dari 135°C selama 2 detik dan segera dikemas dalam wadah steril secara aseptis (pembebasan dari mikroorganisme biologis dengan cara dipanaskan pada suhu lebih dari 100°C).

6. Mentega

Kata mentega selalu berkaitan dengan susu sapi, jadi mentega itu adalah produk minyak hewani, bukan produk nabati. Inilah bedanya mentega dengan margarine. Margarine adalah produk tiruan mentega yang dibuat dari minyak nabati, jadi dapat berasal dari minyak kelapa, kelapa sawit, minyak kedelai, jagung dan sebagainya.

Mentega diperoleh dan dibuat dari cream. Cream tersebut diaduk dan dikocok, sehingga menghancurkan lapisan membran yang menyelubungi butir-butir lemak. Terjadilah pemisahan dua phase yaitu fase lemak terdiri dari lemak mentega, dan phase air yang melarutkan berbagai zat yang terdapat dalam susu. Mentega biasanya diberi garam, dan hal ini untuk mengeluarkan air yang tersisa dalam lemak susu (Butter fat).

Mentega biasanya mengandung air 15 persen, mentega juga memiliki kadar lemak minimal 80 persen. Tingginya kadar air dalam mentega menyebabkan mentega mudah menjadi tengik bila disimpan pada tempat yang hangat.

7. Karamel Susu

Karamel merupakan suatu alternatif pengolahan untuk memanfaatkan susu yang bermutu rendah yang sudah tidak dapat digunakan lagi untuk pembuatan berbagai jenis produk olahan susu lainnya. Pada prinsipnya, pembuatan karamel susu berdasarkan reaksi karamelisasi, yaitu reaksi kompleks yang menyebabkan terjadinya perubahan bentuk dari gula menjadi bentuk amorf yang berwarna coklat gelap. Larutan gula dalam susu

dipanaskan sampai seluruh air menguap sehingga cairan yang ada pada akhirnya adalah cairan gula yang lebur. Karamel susu adalah laktosa yang terdiri dari satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Gula pasir atau sukrosa yang ditambahkan ke dalam susu pada pembuatan Karamel. (Ebookpangan, 2009).

8. Yogurt

Yogurt adalah susu yang di buat melalui fermentasi bakteri. Yogurt dapat dibuat dari susu apa saja, termasuk susu kacang kedelai. Fermentasi gula susu (laktosa) menghasilkan asam laktat, yang berperan dalam protein susu untuk menghasilkan tekstur seperti gel dan bau unik pada yogurt (Hidayat, 2006). Yogurt terbentuk dari dua buah bakteri yang bermanfaat bagi tubuh yaitu bakteri *Lactobacillus bulgaricus* dan *Streptococcus Thermophilus*. Yogurt juga mengandung vitamin B-Kompleks, yaitu B1, B2, B3 dan B6, serta asam folat, asam pantotenat dan biotin. Sedangkan kandungan mineral seperti kalsium dan fosfor berguna untuk tulang dan mencegah osteoporosis (Zidni, 2008).

2.2 Tinjauan Tentang Pengolahan Susu Kaleng

Susu dipanaskan terlebih dahulu pada suhu 65-95°C selama 10-15 menit dengan tujuan membantu menstabilkan susu dalam penyimpanan dan membunuh mikroba patogen dan enzim. Kemudian susu ditambahkan gula sampai konsentrasinya mencapai 62,5% , kemudian susu di uapkan menggunakan evaporator vakum pada tekanan 47 mmHg dan suhu 51°C, sampai di peroleh kekentalan yang dikehendaki atau total padatan telah

mencapai 70-80 Persen bahan kering dengan kadar air 20-30 persen. Selanjutnya di lakukan pengemasan kaleng.

Pengolahan susu kental manis di Indonesia banyak di lakukan dengan rekonstitusi yaitu pencampuran zat dengan air untuk di kembalikan ke bentuk yang dapat di gunakan. Untuk memperoleh susu yang kental di lakukan penguapan sebagian air dari campuran tersebut dengan cara jumlah air yang harus di uapkan jauh lebih sedikit. Tahap tahap pembuatan susu kental manis dengan cara rekonstitusi meliputi : Pencampuran bahan bahan(bahan baku yang di gunakan adalah air, susu bubuk skim, lemak susu atau lemak nabati, gula pasir dan vitamin) , penyaringan, homogenisasi, pasteurisasi, pengentalan dan pengalengan (Ebookpangan, 2009).



Gambar 2.1 Susu Kaleng (anonim, 2015)

2.3 Tinjauan Tentang pengemasan Kaleng

Kemasan kaleng termasuk jenis kemasan yang banyak digunakan. Spesifikasi kaleng untuk mengemas pangan di tentukan oleh dua kebutuhan akan kekuatan yang di miliki wadah dan daya simpan yang di miliki oleh produk kaleng . Kebutuhan terhadap daya simpan isi kaleng salah satunya di tentukan oleh sifat korosif produk. Untuk mengemas produk pangan, maka bagian dalam kaleng harus bersifat tahan korosi(karat). Pada bagian dalam kaleng, korosi dapat di sebabkan oleh kontak langsung antara produk dan permukaan kaleng. Beberapa faktor yang menentukan terjadinya perkaratan pada bagian dalam kaleng antara lain : sifat bahan pangan terutama pH(baik dalam kadar asam yang tinggi ataupun rendah) sehingga terjadi pembentukan karat seperti nitrat, beberapa bahan belerang, zat warna antosianin, banyaknya sisa oksigen dalam bahan pangan, khususnya pada ruang udara, suhu dan waktu penyimpanan, serta beberapa faktor yang berasal dari bahan kemas, seperti lapisan timah, macam dan komposisi lapisan baja dasar, jenis lapisan dan lain sebagainya (Syamsir, 2008).

Dalam memilih kemasan kaleng untuk pengemasan bahan pangan, maka perlu dipertimbangkan hal-hal sebagai berikut yaitu sifat korosif pada kaleng, sifat keasaman makanan, kekuatan kaleng (daya tahan terhadap tekanan dalam retort atau keadaan vakum) dan ukuran kaleng (Mustijanto, 2013).

2.4 Tinjauan Tentang Timbal

2.4.1 Pengertian Timbal (Pb)

Timbal adalah logam yang berwarna abu-abu kebiruan dengan rapatan yang tinggi ($11,48\text{ml}^{-1}$ pada suhu kamar). Mudah melarut dalam asam nitrat yang sedang pekatnya (8M), dan terbentuk juga nitrogen oksida. Gas nitrogen (II) oksida yang tak berwarna itu, bila tercampur dengan udara akan teroksidasi menjadi nitrogen Oksida yang merah:

$2\text{NO} \uparrow$ (tak berwarna) + $\text{O}_2 \uparrow$ 2NO_2 (Merah) (Vogel, 1990). Timbal merupakan logam berat yang mempunyai nomor atom 82 dengan berat atom 207,20. Titik didih timbal adalah 1740°C dan memiliki massa jenis $11,34\text{g/cm}^3$ (Widowati, 2008).

Timbal pada awalnya adalah logam berat yang secara alami terdapat didalam kerak bumi. Timbal adalah logam yang mendapat perhatian karena bersifat toksik melalui makanan, minuman, udara, air, serta debu yang tercemar timbal (Sunu dalam sihite, 2015).

Timbal merupakan bahan kimia yang termasuk dalam logam berat. Logam ini merupakan bahan kimia logam yang sama sekalipun tidak dibutuhkan oleh tubuh. Bila masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah yang berlebihan akan menimbulkan efek negatif pada fungsi fisiologis tubuh (Palar, 2012).



Gambar 2.2 Logam Berat Timbal (Amalia, 2013)

2.4.2 Sifat Logam Timbal

Menurut Palar, 2012 logam timbal atau Pb mempunyai sifat yang khusus seperti berikut:

1. Logam yang lunak sehingga dapat di potong dengan menggunakan pisau atau tangan dan dapat di bentuk dengan mudah.
2. Logam yang tahan terhadap peristiwa korosi atau karat, sehingga logam timbal sering di gunakan sebagai bahan coating.
3. Mempunyai titik lebur rendah, hanya $327,5^{\circ}\text{C}$.
4. Mempunyai kerapatan yang lebih besar di bandingkan dengan logam – logam biasa, kecuali emas dan merkuri.
5. Penghantar listrik yang tidak baik.

2.4.3 Sumber Timbal

Timbal terdapat di dalam kerak bumi, timbal banyak ditemukan dalam pertambangan- pertambangan di seluruh dunia. Timbal berasal dari limbah penggunaan batu bara dan minyak. Selain itu juga berasal dari pabrik peleburan besi dan baja, pengabuan sampah pabrik, produksi semen dan limbah dari penggunaan logam yang bersangkutan untuk hasil produksinya (Pabrik baterai/Aki, listrik, pigmen/cat warna/tekstil, pestida, gelas, keramik, dan lain lain) (Darmono, 2010).

Penyebaran logam timbal di bumi paling sedikit di bandingkan dengan logam berat lainnya. Timbal secara alamiah terdapat dalam jumlah kecil pada batu – batuan, penguapan, lava, tanah, dan tumbuhan. Limbah komersial dihasilkan melalui penambangan, peleburan, dan pengolahan sekunder lain (Kurniawan W, 2008).

Adapun Sumber pencemaran timbal berasal dari sebagai berikut :

1. Sumber alami

Kadar timbal secara alami terdapat dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg. Khusus timbal yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat di dalam batu pasir dengan kadar 100 mg/kg. Timbal terdapat di tanah berkisar 5-25 mg/kg dan di air bawah tanah berkisar 1-60 µg/liter. Timbal juga terdapat pada air permukaan. Kadar timbal pada air telaga dan air sungai adalah sekitar 1-10 µg/liter. Secara alami timbal juga

ditemukan di udara yang kadarnya berkisar antara 0,0001-0,001 $\mu\text{g/liter}$ (Sudarmaji, dkk, 2006).

2. Sumber dari industri

Terdapat beberapa industri yang menggunakan timbal sebagai bahan baku maupun bahan tambahan, sehingga memiliki potensi pencemaran timbal, seperti (Sudarmaji, dkk, 2006):

- a. Industri pengecoran maupun pemurnian. Industri ini menghasilkan timbal konsentrat (*primary lead*), maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logam (*scrap*).
- b. Industri baterai. Industri ini banyak menggunakan logam timbal terutama *lead antimony alloy* dan *lead oxides* yang digunakan sebagai bahan dasarnya.
- c. Industri bahan bakar. Timbal berupa tetra ethyl lead dan tetra methyl lead yang banyak digunakan sebagai anti knock pada bahan bakar, sehingga industri maupun bahan bakar yang dihasilkan merupakan sumber pencemaran timbal.
- d. Industri kabel. Industri kabel menggunakan timbal sebagai bahan pelapis kabel.

e. Industri kimia, yang menggunakan bahan pewarna. Timbal digunakan karena toksisitasnya relatif lebih rendah jika dibandingkan dengan logam pigmen yang lain.

3. Sumber dari transportasi

Timbal, atau *Tetra Etil Lead* (TEL) banyak ditemukan pada bahan bakar terutama bensin. Timbal yang terkandung dalam bahan bakar membawa dampak negatif dan menjadi racun yang dapat merusak sistem pernapasan, sistem saraf serta meracuni darah. Penambahan timbal dalam bahan bakar, dilakukan sejak sekitar tahun 1920-an oleh kalangan kilang minyak. Hal tersebut dilakukan selain meningkatkan oktan, juga dipercaya berfungsi sebagai pelumas dudukan katup mobil (produksi di bawah tahun 90-an) Penggunaan timbal dalam bensin dikarenakan daya sensitivitasnya tinggi dalam menaikkan angka oktan. Setiap 0,1 gram timbal per liter bensin, menurut para ahli mampu menaikkan angka oktan 1,5 sampai 2 satuan. Selain itu, harga timbal lebih murah untuk meningkatkan satu oktan dibandingkan dengan senyawa lainnya Hasil pembakaran dari bahan tambahan timbal pada bahan bakar kendaraan bermotor menghasilkan emisi timbal anorganik. Logam berat timbal yang bercampur dengan bahan bakar tersebut akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat timbal akan keluar dari knalpot pembuangan bersama dengan gas buang lainnya (Sudarmaji, dkk, 2006).

2.4.4 Kegunaan Timbal

1. Digunakan dalam pembuatan kabel telepon
2. Digunakan dalam baterai
3. Sebagai warna cat
4. sebagai pengkilapan keramik dan bahan api
5. Sebagai Aditif untuk bahan bakar kendaraan

Tabel 2.4.4 Bentuk persenyawaan Pb dan kegunaannya

Bentuk Persenyawaan	Kegunaan
Pb dan Sb	Kabel telepon
Pb dan As dan Sn dan Bi	Kabel Listrik
Pb dan Ni	Senyawa azida untuk bahan Peledak
Pb dan Cr dan Mo dan Cl	Untuk pewarnaan pada cat
Pb- asetat	Pengkilapan keramik dan bahan anti api
Pb dan Te	Pembangkit listrik tenaga panas
Tetramril – Pb & Tetraetil – Pb	Additive untuk bahan bakar kendaraan bermotor

Sumber Darmono 2001

2.4.5 Pencemaran Timbal terhadap Makanan dan Minuman

Makanan maupun minuman dikemas secara khusus untuk dapat memperpanjang umur makanan tersebut. Biasanya tempat yang digunakan adalah kaleng, akan tetapi makanan kaleng dapat menyerap logam dari wadahnya baik timah (Sn), seng (Zn) dan besi (Fe) dari pelat timah, serta timah (Sn) dan timbal (Pb) dari patrian (Cahyadi, 2004).

Pada makanan yang bersifat asam dan dikalengkan tanpa oksigen, timah menjadi anoda dalam pasangan timah-besi. Timah pada kondisi ini larut

dengan laju sangat rendah dan dapat melindungi produk selama dua tahun atau lebih Susilawati (2009). Kualitas makanan atau bahan makanan di alam tak lepas dari berbagai pengaruh seperti kondisi lingkungan yang menjadikan layak atau tidaknya suatu makanan untuk dapat dikonsumsi.

Berbagai bahan pencemar terkandung dalam makanan dapat disebabkan karena penggunaan bahan baku pangan yang terkontaminasi pada saat proses awal pengolahan maupun penyimpanan atau wadah yang digunakan. tersebut. Biasanya tempat yang digunakan adalah kaleng, akan tetapi makanan kaleng dapat menyerap logam dari wadahnya baik Timah (Sn), Tembaga (Cu), Seng (Zn) dan Besi (Fe), Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) (Demam, 1997).

Tabel 2.4.5 Batas maksimum cemaran timbale Pb dalam pangan

No. Kategori Pangan	Kategori pangan	Batas maksimum
01.0	Produk susu dan hasil olahannya	0,02 mg/kg
02.0	Lemak minyak dan emulsi minyak	0,1 mg/kg
04.0	Buah dan sayur serta hasil olahannya	0,5 mg/kg
05.0	Kembang gula dan cokelat	1,0 mg/kg
06.0	Sereal dan produk sereal	0,3 mg/kg
07.0	Produk bakteri	0,5 mg/kg
08.0	Daging dan hasil olahannya	1,0 mg/kg
09.0	Ikan dan hasil olahannya	0,3 mg/kg
11.0	Pemanis termasuk madu	2,0 mg/kg
12.0	Garam, Rempah	10,0 mg/kg / 7,0 mg/kg

14.0	Minuman, tidak termasuk produk susu Air mineral alami Air minum dalam kemasan Minuman ringan	0,01 mg/l 0,005 mg/l 0,2 mg/l
------	---	-------------------------------------

Sumber SNI, 2009

Konsentrasi maksimum cemaran logam berat yang diizinkan dan di rekomendasikan dapat di terima dalam pangan. Produk pangan yang di produksi harus memenuhi persyaratan keamanan, mutu, dan gizi pangan termasuk persyaratan batas maksimum cemaran logam berat. Batas maksimum cemaran Pb dalam pangan terutama produk susu sebesar 0,02 mg/kg sesuai dengan SNI 2009 tentang Batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan. (SNI 7387, 2009)

2.4.6 Toksikitas Timbal

Timbal Pb merupakan logam yang bersifat toksik terhadap manusia, proses masuknya Pb ke dalam tubuh melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman , udara dan perembesan atau penetrasi melalui selaput atau lapisan kulit (Palar, 2012).

Tingkat kontaminasi logam berat yang tinggi dalam tubuh manusia yang dikonsumsi akan menyebabkan masalah kesehatan yang serius (Miskiyah ,2011). Didalam tubuh manusia , pb sebagian kecil di ekskresikan lewat urine atau feses karena sebagian terikat dengan protein, sedangkan sebagian lagi terakumulasi dengan berbagai organ tubuh (widowati et al., 2008).

Logam pb tidak di butuhkan oleh manusia sehingga tubuh akan mengeluarkannya. Orang dewasa mengabsorbsi pb sebesar 5-15% dari keseluruhan Pb yang dicerna sedangkan anak – anak mengabsorpsi pb lebih besar yaitu 41,5% (Naria , 2005).

Meskipun Jumlah Pb yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya hal ini di sebabkan karena timbale Pb adalah logam toksik yang bersifat kumulatif dan bentuk senyawanya dapat memberikan efek racun pada fungsi organ yang terdapat dalam tubuh (Darmono, 2010).

Keracunan timbal biasanya diakibatkan oleh terjadinya akumulasi logam berat didalam tubuh manusia dan akan menyebabkan penyakit anemia, kerusakan susuna syaraf pusat , dan ginjal. Tanda klasik dari keracunan logam timbal adalah Attaxia, koma dan gangguan pada pergerakan. Disamping pengaruh tersebut racun timbal juga berpengaruh terhadap sistem reproduksi. (Ridhowati, 2013).

Timbal yang di absorpsi melalui saluran pencernaan di distribusikan ke dalam jaringan melalui darah. Logam ini dapat terdeteksi dalam 3 jaringan utama menjadi tiga kompartemen pertama di dalam darah Pb terikat ke dalam sel darah merah dan mempunyai waktu paruh sekitar 25-30 hari. Kedua di dalam jaringan lunak (hati dan ginjal), mempunyai waktu paruh di deposit ke dalam kompartemen, ketiga tulangdan jaringan jaringan keras seperti gigi , tulang rawan dan sebagainya hampir sekitar 90-95% pb dalam tubuh yang waktu paruhnya mencapai 30-40

tahun, 2,5 mg Pb/hari akan memerlukan waktu hampir 4 tahun untuk menjadi toksik.

Keracunan akibat kontaminasi timbal dapat menimbulkan berbagai hal diantaranya (Palar, 2008):

1. Meningkatkan kadar Amino Levulinic Acid Dehidrase dalam darah dan urine.
2. Meningkatkan kadar protophorine dalam sel darah merah.
3. Memperpendek umur sel darah merah.
4. Menurunkan jumlah sel darah merah dan kadar sel darah merah yang masih muda.
5. Meningkatkan kandungan Fe dalam plasma darah.

Usia muda pada umumnya lebih peka terhadap aktivitas timbal, hal tersebut berhubungan erat dengan perkembangan organ dan fungsinya yang belum sempurna. Sedangkan pada usia tua kepekaannya lebih tinggi dari rata-rata orang dewasa, hal tersebut diakibatkan oleh aktivitas enzim biotransformase berkurang dengan bertambahnya umur dan daya tahan organ tertentu berkurang terhadap efek timbal. Semakin tua umur seseorang, akan semakin tinggi jumlah timbal yang terakumulasi pada jaringan tubuh (Palar, 2008).

Efek toksik pada laki-laki dan perempuan mempunyai pengaruh yang berbeda. Perempuan lebih rentan daripada laki-laki. kadar timbal yang terdapat dalam jaringan otak tidak sama dengan kadar timbal dalam paru-paru maupun dalam ginjal. Pada laki-laki yang berumur antara 21-30 tahun akan ditemukan 0,055 mg/100 gr

timbal dalam jaringan otaknya, sedangkan pada laki-laki yang berumur antara 51-60 tahun, jumlah kandungan timbal dalam jaringan otaknya adalah 0,064 mg/100 gr. Sementara pada perempuan, kadar timbal dalam jaringan otaknya lebih rendah dibanding laki-laki yaitu sekitar 0,46 sampai 0,051 mg/100gr. Dalam paru-paru perempuan, kadar timbal yang ada sekitar 55% dari kadar timbal yang ada dalam paru-paru laki-laki (Palar, 2008).

2.4.7 Mekanisme Timbal dalam tubuh

Toksisitas timbal bersifat kronis dan akut. Paparan timbal secara kronis bisa mengakibatkan kelelahan, kelesuan, gangguan iritabilitas, gangguan gastrointestinal, depresi, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, daya ingat terganggu, dan sulit tidur. Sedangkan toksisitas akut dapat terjadi bila timbal masuk kedalam tubuh seseorang melalui makanan atau menghirup gas timbal yang relatif pendek dengan dosis atau kadar yang relatif tinggi (Widowati. 2008).

Menurut Widowati (2008), mekanisme toksisitas timbal berdasarkan organ yang dipengaruhinya adalah Sistem haemopoietik dimana timbal menghambat sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia. Sistem saraf dimana timbal bisa menimbulkan kerusakan otak dengan gejala epilepsi, halusinasi, kerusakan otak besar dan delirium. Sistem urinaria dimana timbal bisa menyebabkan lesi tubulus proksimalis, Loop of Henle serta menyebabkan aminosiduria. Sistem gastro-intestinal dimana timbal bisa menyebabkan kolik dan konstipasi. Sistem kardiovaskuler dimana timbal bisa menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh

darah. Sistem reproduksi berpengaruh terutama terhadap gametoksisitas atau janin belum lahir menjadi peka terhadap timbal. Ibu hamil yang terkontaminasi timbal bisa mengalami keguguran, tidak berkembangnya sel otak embrio, kematian janin waktu lahir, serta hipospermia dan teratospermia pada pria. Sistem endokrin dimana timbal mengakibatkan gangguan fungsi tiroid dan fungsi adrenal. Bersifat karsinogenik dalam dosis tinggi.

2.5 Metode Spektrofotometri Serapan Atom

Spektroskopi Serapan Atom (SSA) atau *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) merupakan suatu metode analisis untuk menentukan konsentrasi suatu sampel unsur logam yang memiliki ketelitian, ketepatan dan selektivitas tinggi. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah (Khopkar,1990: 274).

Spektroskopi serapan atom di gunakan untuk analisis kuantitatif unsur unsur logam cara analisis ini memberikan kadar total unsur logam dalam suatu sampel dan tidak bergantung pada bentuk molekul dari logam dalam sampel tersebut. Spektroskopi serapan atom di dasarkan pada penyerapan energi sinar oleh atom atom netral, dan sinar yang diserap biasanya sinar tampak atau ultraviolet. Dalam garis besarnya prinsip Spektroskopi serapan atom sama saja dengan spektrofotometri sinar tampak dan ultravioletnya. Perbedaannya terletak pada bentuk spektrum , cara pengerjaan sampel dan peralatannya.

Metode Spektroskopi Serapan Atom (SSA) mendasarkan pada prinsip absorpsi cahaya oleh atom. Atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang

tertentu, tergantung pada sifat unturnya. Cahaya pada panjang gelombang ini mempunyai energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom yang mana transisi elektronik suatu atom bersifat spesifik. Dengan menyerap suatu energi , maka atom akan memperoleh energi sehingga suatu atom pada keadaan dasar dapat di tingkatkan energinya ke tingkat eksitasi (Gandjar dkk, 2007.)