

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness**

Tanaman yang dikenal dengan nama Sambiloto telah digunakan dalam praktik pengobatan tradisional di Asia selama ribuan tahun. Sambiloto termasuk dalam famili Acanthaceae seperti yang diungkapkan Ratnani pada tahun 2012.



Gambar 2. 1 Sambiloto (dokumentasi pribadi, 2022)

Berdasarkan hasil identifikasi tumbuhan yang dilakukan oleh Medanense Herbarium (MEDA) yang berafiliasi dengan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara, tumbuhan sambiloto dikategorikan sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Spermatophyta  
Kelas : Dicotyledonae  
Ordo : Lamiales  
Famili : Acanthaceae  
Genus : *Andrographis*  
Spesies : *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness

Nama Lokal : Daun Sambiloto

### **2.1.1 Morfologi Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness**

Menurut Prihartini (2020), tanaman ini menunjukkan kemampuan luar biasa dalam menyesuaikan diri dengan lingkungannya, tumbuh subur di berbagai kondisi topografi dan tanah. Tanaman ini menunjukkan pertumbuhan dan perkembangan yang optimal bila terkena kisaran curah hujan tahunan 2000-3000 mm, sekaligus lebih menyukai tanah dengan tingkat pH 6-7, yang dianggap netral.

Tanaman sambiloto tergolong tanaman tahunan, biasanya tingginya mencapai 50 hingga 90 cm. Ia memiliki batang tengah yang disertai dengan beberapa cabang berbentuk persegi panjang. Tanaman ini memperlihatkan daun individu dan memiliki batang yang pendek. Daunnya mempunyai susunan berlawanan, memiliki morfologi lanset yang bercirikan pangkal runcing dan ujung meruncing. Daunnya juga memiliki tepi yang rata, dimana permukaan atas berwarna hijau tua dan bagian bawah berwarna hijau muda. Dari segi dimensi, daunnya berukuran panjang kurang lebih 2-8 cm dan lebar 1-3 cm. Bunga tanaman ini muncul dari pucuk tangkai daun atau ketiak daun. Mereka menunjukkan morfologi berbentuk tabung, ditandai dengan ukurannya yang kecil dan rona putih yang dihiasi tanda ungu. Kapsul berbentuk lonjong, berukuran panjang kurang lebih 1,5 cm dan lebar 0,5 cm, memiliki pangkal dan titik runcing. Setelah mencapai kematangan, kapsul-kapsul ini terbelah secara membujur menjadi empat segmen berbeda, sehingga memudahkan persiapannya untuk keperluan kuliner. Bijinya mempunyai morfologi datar, ditandai dengan ukurannya yang kecil dan warna coklat muda. Menurut Yanti (2017), perbanyak tanaman sambiloto ini dapat dilakukan dengan pemanfaatan biji maupun stek batang.

### 2.1.2 Kandungan Sambiloto *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness

Sambiloto diketahui memiliki diterpen lakton yang memiliki banyak manfaat bagi kesehatan. Daun sambiloto mengandung banyak unsur utama diterpen lakton, khususnya andrographolide, neoandrographolide, deoxyandrographolide, dan dehydroandrographolide, yang telah ditemukan. Selain kandungan utama tersebut di atas, terdapat pula zat pelengkap yaitu saponin, flavonoid, alkaloid, dan tanin. Zat kimia tambahan yang terdapat pada daun dan batang antara lain lakton, peniculin, dan kalmegin, seperti dilansir Royani pada tahun 2014.

Tanaman sambiloto *Andrographis paniculata* mengandung andrographolide, suatu diterpenoid lakton yang berfungsi sebagai bahan aktif utama. Bahan ini telah banyak digunakan selama berabad-abad di beberapa negara Asia. Daun tanaman sambiloto mengandung konsentrasi andrografolida tertinggi, berkisar antara 0,054% hingga 4,686%. Selain di atas, andrografolida juga terdapat pada akar, batang, dan pucuk bunga, namun dalam kadar terbatas. Andrografolida dicirikan oleh rumus molekulnya  $C_{20}H_{30}O_5$  dan memiliki sifat fisik berupa kristal tidak berwarna dengan rasa yang sangat pahit. Andrographolide menunjukkan serangkaian tindakan farmakologis, termasuk efek antiinflamasi, antikanker, hepatoprotektif, antimalaria, antioksidan, antidiabetes, antihiperlipidemia, antibakteri, dan antivirus (Sabila, 2020).

### 2.1.3 Khasiat dan Kegunaan Daun Sambiloto

Manusia memiliki kaitan yang erat dengan tumbuh-tumbuhan di dalam kehidupan. Pemanfaatan tanaman oleh manusia memberikan banyak keuntungan, dan perlu dicatat bahwa masih ada beberapa spesies tanaman yang potensi manfaatnya belum sepenuhnya dieksplorasi. Kehadiran tumbuhan dianggap sebagai berkah dan nikmat Ilahi yang dianugerahkan oleh Allah SWT. Menurut ajaran Islam, Allah SWT berfirman:

وَفِي الْأَرْضِ قِطْعٌ مُتَجَاوِرَاتٌ وَجَنَّاتٌ مِّنْ أَعْنَابٍ وَزُرْعٌ وَنَخِيلٌ  
صِنَوَانٌ وَغَيْرُ صِنَوَانٍ يُسْقَى بِمَاءٍ وَحِيدٍ وَنُفِضِلُ بَعْضَهَا عَلَى بَعْضٍ  
فِي الْأَكْلِ إِنَّ فِي ذَلِكَ لَآيَاتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ ﴿٤﴾

“Dan di bumi ini terdapat bagian-bagian yang berdampingan, dan kebun-kebun anggur, tanaman-tanaman dan pohon kurma yang bercabang dan yang tidak bercabang, disirami dengan air yang sama. Kami melebihkan sebahagian tanaman itu atas sebahagian yang lain tentang rasanya. Sesungguhnya pada yang demikian itu terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi kaum yang berfikir.” (Q.S Ar-Ra’d [13] ayat 4)

Menurut para ulama masa kini, khususnya Quraish Shihab, sebagaimana diuraikan dalam kitab Tafsir Al-Misbāh, ayat ini menjadi petunjuk adanya ilmu pengetahuan yang berkaitan dengan pertanian (geologi dan geofisika) dan lingkungan hidup (ekologi), serta keberadaannya. berdampak pada karakteristik vegetasi. Selama proses penafsiran ayat ini, orang yang bersangkutan juga merujuk pada Tafsir al-Muntakhab, sebuah kompilasi yang ditulis oleh sekelompok ahli di bawah koordinasi Kementerian Wakaf Mesir. Penulis menguraikan pemahaman ilmiah bahwa tanah sawah tersusun dari butiran mineral dengan ukuran dan komposisi yang bervariasi, serta bahan organik yang berasal dari aktivitas tanaman dan manusia, gas atmosfer, curah hujan, dan komponen lainnya (Fuadi, 2016).

Sambiloto, yang secara ilmiah dikenal dengan nama *Andrographis paniculata* (Burm. fil.) Ness, merupakan spesimen tumbuhan yang memiliki kandungan bioaktif dan memiliki prospek yang menjanjikan untuk dimanfaatkan sebagai sumber daya farmasi (Wardatun, 2011). Sambiloto, yang secara ilmiah dikenal sebagai *Andrographis paniculata*, adalah spesies tumbuhan yang dikenal karena potensi khasiat terapeutiknya. Temuan penelitian yang luas menunjukkan bahwa tanaman obat ini menunjukkan khasiat dalam pengobatan beberapa penyakit, termasuk namun tidak terbatas pada tifus, diabetes mellitus, otitis media, faringitis, sinusitis, tonsilitis, kudis, disentri, pruritus, dan rangsangan nafsu makan. Menurut Sopacua (2016), Sambiloto merupakan obat tradisional yang umum digunakan di wilayah Papua untuk tujuan penanganan penyakit malaria.

## **2.2 Hepar**

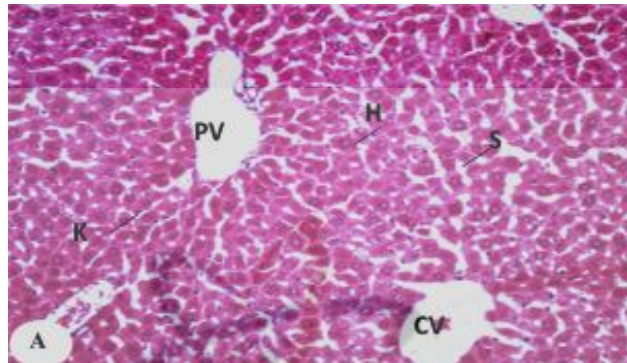
### **2.2.1 Anatomi dan Fisiologi Hepar**

Hati, yang merupakan sekitar 2% dari berat badan orang dewasa, dan juga organ terbesar pada tubuh manusia, dengan berat sekitar 1,5 kg. Hati, terletak di rongga perut di belakang diafragma, merupakan kelenjar terbesar yang ditandai dengan lobus kanan yang menonjol dan lobus kiri yang relatif lebih kecil. Hati berfungsi sebagai perantara antara sistem pencernaan dan sistem peredaran darah, berfungsi sebagai organ di dalam saluran pencernaan yang bertanggung jawab untuk penyerapan nutrisi yang selanjutnya digunakan dalam berbagai proses fisiologis di seluruh tubuh. Mayoritas darah di hati, sekitar 70-80%, berasal dari vena portal, yang berasal dari lambung, usus, dan limpa. Sisanya, sekitar 20-30%, disuplai oleh arteri hepatica. Lokasi anatomi hati dalam sistem peredaran darah secara strategis menguntungkan karena kemampuannya memproses dan mengasimilasi metabolit dari aliran darah secara efisien, sekaligus berfungsi sebagai tempat detoksifikasi dan eliminasi senyawa berbahaya. Proses ekskresi terjadi di dalam empedu, yang merupakan sekresi yang diproduksi oleh hati dan memainkan peran penting dalam pemecahan lipid selama pencernaan usus. Selain fungsi utamanya, hati bertanggung jawab untuk sintesis protein plasma, termasuk albumin, fibrinogen, dan protein pembawa lainnya (Mescher, 2011).

### **2.2.2 Histologi Hepar**

Konstituen utama arsitektur hati terdiri dari hepatosit, yang sering dikenal sebagai sel hati. Hepatosit menunjukkan tumpang tindih seluler dan tersusun menjadi lapisan bertingkat, ditandai dengan adanya satu atau dua inti bola disertai satu atau lebih nukleolus. Hepatosit disusun dalam konfigurasi yang saling berhubungan, sehingga menimbulkan entitas struktural kohesif yang dikenal sebagai lobulus hepatic. Lobulus dapat diklasifikasikan menjadi tiga jenis berbeda berdasarkan strukturnya. Struktur awal disebut sebagai lobulus khas, ditandai dengan konfigurasi heksagonal dengan vena sentral diposisikan pada intinya. Selain itu, saluran portal dapat digambarkan sebagai struktur segitiga geometris, di mana sudut-sudutnya berhubungan dengan vena sentral dan bagian tengahnya ditempati

oleh segitiga Kiernan atau saluran portal. Selain itu, penting untuk dicatat bahwa asinus hati, seperti yang diidentifikasi oleh Maulina (2018), adalah komponen struktural hati yang paling kecil.



Gambar 2. 2 Histologi hepar tikus. Keterangan: PV= vena portal, CV= vena sentral, H=sel hepatosit, S=sinusoid, K=sel kupffer (Al Doghaither *et al.*, 2021)

Asinus hepatik ditandai dengan pembelahan selnya menjadi tiga zona berbeda, seperti yang ditetapkan oleh Rappaport. Zona-zona ini terutama ditentukan oleh pola aliran darah di dalam lobulus. Zona pertama, yang dikenal sebagai zona perifer atau periportal, berhubungan dengan zona 1 dan menerima darah dari arteri hepatik dan vena portal pertama. Zona sentrilobular, disebut zona 3, meliputi area di sekitar vena sentral. Terakhir, zona 2, juga dikenal sebagai zona midzonal, terletak di antara zona 1 dan zona 3. Sel-sel yang terletak di zona 1 berada dekat dengan arteri darah, sehingga menghasilkan nutrisi dan oksigen yang melimpah, namun menunjukkan tingkat yang rendah. konsentrasi metabolit. Sel-sel yang terletak di zona 2 terkena suplai darah yang ditandai dengan konsentrasi nutrisi dan oksigen yang lebih rendah dibandingkan dengan suplai darah yang diterima oleh sel-sel di zona 1. Sel-sel yang terletak di zona 3 berada dekat dengan vena sentral, sehingga menunjukkan penurunan kadar oksigen dan nutrisi, sambil menunjukkan peningkatan jumlah metabolit. Akibatnya, wilayah ini mempunyai konsekuensi fisiologis tertentu. Menurut Maulina (2018), terjadinya kerusakan khususnya nekrosis lebih sering terjadi pada vena inti daerah sekitarnya dibandingkan pada bagian perifer.

### 2.2.3 Fungsi Hepar

Hati melakukan banyak aktivitas fisiologis setiap hari. Beragamnya fungsi hati dapat dikategorikan menjadi tiga bidang berbeda, khususnya

a. Fungsi sekresi

Contoh hasil penting sekresi hati adalah sintesis empedu dan beragam molekul transpor, khususnya asam empedu, kolesterol, lesitin, dan fosfolipid. Hati mengeluarkan sekitar satu liter empedu ke dalam usus kecil setiap hari, yang terdiri dari air, elektrolit, dan garam empedu.

b. Fungsi sintesis

Peran utama hati adalah terlibat dalam sintesis protein, karbohidrat, dan lipid.

c. Fungsi detoksifikasi

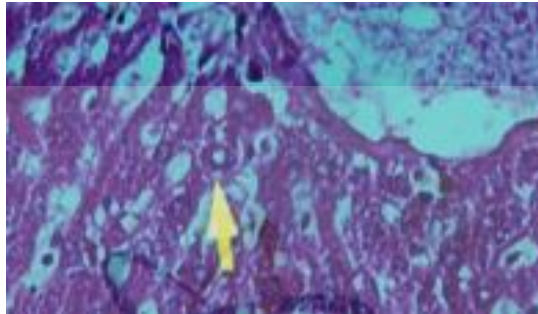
Hati melakukan berbagai proses detoksifikasi, termasuk oksidasi, reduksi, hidrolisis, hidroksilasi, karboksilasi, dan demetilasi (Nusi, 2019).

Metabolisme serta konjugasi berbagai senyawa lipofilik seperti bilirubin, anion, kation, dan obat untuk dieksresikan melalui urine atau empedu juga dilakukan oleh hati. Peran lain yang tidak kalah pentingnya adalah peranan hati dalam imunitas tubuh. Satuan kecil dari komponen sistem imun di hati adalah sel kupffer. Sel-sel hati terdiri dari sekitar 15% dari keseluruhan massa hati dan mencakup sekitar 80% dari total fagosit yang ada dalam tubuh manusia. Sel, yang dikenal sebagai antigen-presenting cell (APCs), memainkan peran penting dalam pengenalan dan presentasi antigen ke limfosit (Nusi, 2019).

### 2.2.4 Histopatologi Hepar

Hati berfungsi sebagai pusat metabolisme di dalam tubuh manusia. Hepatosit memainkan fungsi penting dalam proses metabolisme hati. Selain perannya dalam menjaga tubuh terhadap akumulasi zat-zat berbahaya dari sumber eksternal dan internal, air limbah juga berfungsi sebagai tempat metabolisme obat-obatan dan senyawa beracun lainnya. Hati dapat mengalami perubahan komposisi fungsional

dan anatomi akibat pengaruh obat-obatan dan berbagai bahan kimia (Insani, 2015). Terdapat berbagai bentuk kerusakan hati yang dapat terjadi, yaitu:



Gambar 2. 3 Degenerasi Parenkimatosa (Arifuddin, 2016)

Degenerasi parenkim merupakan suatu bentuk degenerasi yang ditandai dengan adanya pembengkakan sitoplasma dan sitoplasma granular. Hal ini terjadi karena ketidakmampuan sel untuk menghilangkan air secara efektif, sehingga menyebabkan akumulasi air di dalam sel. Selain itu, organel sel juga menyerap air dan mengalami pembengkakan sehingga mengakibatkan sitoplasma tampak granular (Istikhomah, 2016).

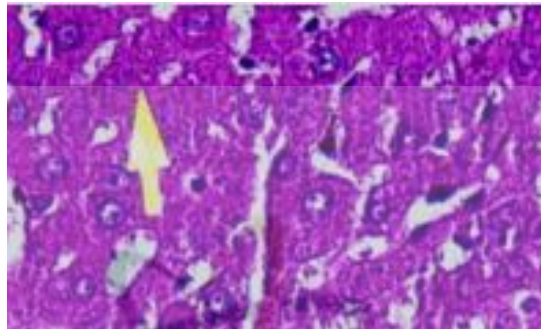


Gambar 2. 4 Degenerasi Hidropik (Arifuddin, 2016)

Degenerasi hidropik merupakan tingkat kerusakan sel yang meningkat, ditandai dengan adanya vakuola berisi cairan di dalam sitoplasma tanpa lemak atau glikogen. Perubahan ini biasanya timbul dari penyakit metabolik, seperti hipoksia atau keracunan bahan kimia. Proses degenerasi yang dijelaskan di atas berpotensi dapat dibalik, meskipun penting untuk dicatat bahwa jika penyebab utama dari



cedera tersebut tetap ada, ada kemungkinan cedera tersebut dapat berkembang menjadi kondisi yang tidak dapat diubah (Utomo, 2012).



Gambar 2. 5 Nekrosis (Arifuddin, 2016)

Nekrosis mengacu pada perubahan morfologi yang ditandai dengan kematian sel hati atau jaringan hati yang terjadi di ruang antar sel. Berbagai tahapan nekrosis berhubungan dengan batas-batas perubahan nuklir. Perubahan yang disebutkan di atas meliputi piknosis, karyorrhexis, dan kerolisis. Piknosis mengacu pada proses seluler yang ditandai dengan penyusutan inti sel dan munculnya fenomena "awan gelap" yang berbeda. Kehadiran "awan gelap" ini dapat dikaitkan dengan kondensasi kromatin. Selama proses karyorection, nukleus mengalami penghancuran, mengakibatkan tertahannya fragmen terbesar di dalam nukleus. Pada proses kerolisis, inti mengalami lisis sehingga pada pengamatan terdapat sel-sel kosong (Sijid, 2020).

### 2.3 Kadar Transaminase

Enzim aminotransferase (transaminase) terdapat pada hepatosit dan dapat dilepaskan ke aliran darah jika terjadi kerusakan hepatosit (Makmun, 2015).

#### 2.3.1 Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT)

Serum Glutamic Pyruvic Transaminase (SGPT) adalah enzim terkemuka yang terdapat di beberapa sel hati dan berfungsi sebagai alat diagnostik yang andal untuk kerusakan hepatoseluler. Enzim ini juga terdapat dalam jumlah terbatas di otot jantung, jaringan ginjal, dan otot rangka. Peningkatan kadar SGPT serum

mungkin melampaui kadar aspartat aminotransferase (AST & GOT), serangkaian transferase berbeda yang dikenal sebagai transaminase, pada kasus hepatitis akut dan kerusakan hati akibat konsumsi obat-obatan dan bahan kimia. Perbandingan kadar SGPT dengan kadar SGOT sering digunakan untuk tujuan diagnostik (Kee, 2014).

### **2.3.2 Kondisi yang Meningkatkan SGPT**

Baron (2013) mengategorikan penyakit yang berpotensi meningkatkan SGPT menjadi tiga kelompok berbeda:

1. Peningkatan kadar SGPT lebih dari 20 kali lipat dari kisaran biasanya dapat menjadi indikasi hepatitis virus parah atau nekrosis hati akibat keracunan obat atau bahan kimia.
2. Kondisi yang dapat menyebabkan peningkatan 3-10 kali lipat dari normalnya antara lain infeksi mononuklear, hepatitis kronis aktif, sekresi empedu ekstra-hepatik, sindrom Reye, dan infark miokard.
3. Kondisi yang dapat menunjukkan peningkatan 1-3 kali lipat dari normalnya antara lain pankreatitis, perlemakan hati, sirosis Laennec, dan sirosis bilier.

### **2.3.3 Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT)**

Enzim Serum Glutamic Oxaloacetic Transaminase (SGOT) sebagian besar terdapat di otot jantung dan hati, dengan kadar kecil terlihat di pankreas, otot rangka, dan ginjal. Zat ini biasanya ditemukan dalam jumlah minimal di dalam aliran darah, sampai terjadi kerusakan sel, yang kemudian menyebabkan sejumlah besar zat tersebut dapat dibuang ke sistem peredaran darah. Peningkatan kadar SGOT darah dapat diamati setelah kejadian infark miokard akut (MI) dan gangguan hati. Menurut Kee (2014), pelepasan SGOT dari miokardium terjadi sekitar enam hingga sepuluh jam setelah infark miokard akut (MI), dengan tingkat puncak diamati antara 24 hingga 48 jam pasca infark.

### 2.3.4 Kondisi yang Meningkatkan SGOT

Baron (2013) mengkategorikan faktor-faktor yang dapat membuat peningkatan kadar SGOT menjadi tiga kelompok berbeda:

1. Ketinggian yang melebihi lima kali nilai standar, telah dikaitkan dengan beberapa dampak buruk terhadap kesehatan, termasuk kerusakan hati akut, infark miokard, gangguan peredaran darah, pankreatitis akut, dan mononukleosis menular.
2. Peningkatan sedang, yang didefinisikan sebagai lima kali lipat dari nilai normal, mungkin berhubungan dengan beberapa kondisi medis termasuk obstruksi saluran empedu, aritmia jantung, gagal jantung kongestif, tumor hati (baik metastasis atau primer), dan distrofi otot.
3. Ada beberapa kondisi medis yang mungkin menyebabkan peningkatan ringan pada beberapa gejala, hingga tiga kali lipat dari tingkat normal. Kondisi ini termasuk perikarditis, sirosis, infark paru, delirium tremens, dan kecelakaan serebrovaskular (VA).

### 2.4 Timbal Asetat ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )

Timbal biasa disebut timbal dan secara ilmiah dikenal sebagai timbal, dilambangkan dengan simbol kimia Pb. Timbal (Pb) diklasifikasikan sebagai unsur logam padat dengan suhu leleh yang relatif rendah, sehingga mudah dibentuk dan dapat dibentuk paduan melalui kombinasi dengan logam lain. Timbal (Pb) diklasifikasikan sebagai logam berat dengan sifat beracun, sehingga menjadi zat berbahaya dalam konteks lingkungan saat ini. Timbal hadir dalam berbagai media lingkungan, termasuk udara, air, debu, dan tanah. Konsekuensi potensial dari paparan timbal dapat terjadi pada individu tanpa gejala yang jelas terlihat. Konsekuensi dari paparan timbal bersifat kronis, dimana durasi paparan berkorelasi langsung dengan akumulasi progresif dari dosis kumulatif. Menurut Syarifah (2022), paparan timbal dalam jangka panjang diketahui mengakibatkan efek buruk pada banyak sistem organ.

Timbal memiliki sifat berbahaya yang menimbulkan berbagai konsekuensi klinis, antara lain:

1. Kolik usus, suatu kondisi yang ditandai dengan sembelit parah, bermanifestasi di saluran pencernaan. Kondisi ini diketahui berdampak pada sistem hematopoietik, yakni dengan menekan aktivitas enzim  $\alpha$ -aminolevulinic (ALAD) pada eritroblas dan eritrosit sumsum tulang. Akibatnya, penghambatan ini berpotensi mengurangi umur sel darah merah.
2. Dampak keracunan timbal (Pb) terhadap sistem saraf yang dianggap sebagai organ paling rentan dapat mengakibatkan berbagai gangguan saraf seperti epilepsi, halusinasi, dislerium, dan kerusakan otak.
3. Pada sistem ginjal, gagal ginjal menyebabkan kerusakan ginjal baik pada ginjal maupun sistem saluran kemih.
4. Dalam konteks sistem reproduksi, terjadi penurunan kapasitas reproduksi.
5. Kelainan fungsi jantung terlihat pada jantung pasien anak.
6. Menurut Adhani (2017), kekurangan yodium dapat disebabkan oleh tidak berfungsinya sistem endokrin..

Akibat lain dari keracunan timbal adalah potensinya menyebabkan hipertensi dan berkontribusi terhadap perkembangan penyakit hati. Ketika unsur tertentu ini membentuk ikatan kuat dengan banyak molekul asam amino, hemoglobin, enzim, RNA, dan DNA, unsur ini berpotensi mengubah jalur metabolisme dalam tubuh manusia. Menurut Kadeem (2004), paparan timbal (Pb) dapat menyebabkan beberapa dampak negatif terhadap kesehatan, termasuk terganggunya sintesis darah, hipertensi, hiperaktif, dan kerusakan otak.

#### 2.4.1 Sumber Timbal Asetat ( $\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ )

Menurut Hariono (2006), industri yang mempunyai potensi besar menimbulkan pencemaran timbal (Pb) ialah industri yang menggunakan timbal (Pb) menjadi bahan baku utamanya. Misalnya, industri tersebut meliputi:

- a. Sektor pengecoran dan pemurnian bertanggung jawab atas produksi konsentrat timbal (Pb), yang mencakup timbal primer yang berasal dari sumber alam, serta timbal sekunder yang diperoleh dari besi tua daur ulang.
- b. Banyak industri baterai menggunakan paduan timbal antimon dan timbal oksida sebagai unsur pokok.
- c. Tetraethyllead (TEL) dan tetramethyllead (TML) umumnya digunakan sebagai bahan anti-ketukan dalam konteks mesin pembakaran internal. Tujuan utamanya adalah untuk mengurangi terjadinya ledakan mesin, yang timbul dari pembakaran campuran bahan bakar-udara dalam kondisi tekanan tinggi.
- d. Industri kabel menggunakan timbal (Pb) sebagai bahan pelapis kabel.
- e. Pemanfaatan timbal (Pb) lazim dalam industri kimia karena toksisitasnya yang relatif lebih rendah dibandingkan dengan pigmen logam alternatif. Timbal merah biasanya digunakan sebagai pigmen pada cat untuk menghasilkan rona merah, sedangkan timbal kromatik biasanya digunakan untuk menghasilkan warna kuning.

#### 2.5 Tikus Putih (*Rattus norvegicus* L.)

*Rattus*, kadang-kadang dikenal sebagai tikus, sering digunakan sebagai subjek percobaan dalam penyelidikan ilmiah. Mayoritas sifat-sifatnya telah diidentifikasi, menjadikannya organisme dengan pemeliharaan rendah yang cocok untuk beberapa tujuan penelitian. Tikus putih umumnya digunakan dalam penelitian karena sikapnya yang tenang, kemudahan penanganan selama berbagai prosedur eksperimental, berkurangnya kepekaan terhadap cahaya, dan penurunan kecenderungan untuk menunjukkan perilaku sosial di antara sesamanya. Tikus menunjukkan kesamaan dengan manusia dalam hal sistem reproduksi, sistem saraf,

penyakit, dan kecemasan. Kategorisasi tikus putih selanjutnya, seperti yang diuraikan oleh Rejeki et al. (2012), ialah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Kelas	: Mamalia
Ordo	: Rodentia
Famili	: Murinane
Genus	: <i>Rattus</i>
Spesies	: <i>Rattus norvegicus</i> L.



Gambar 2. 6 Tikus Putih (dokumentasi pribadi, 2022)

Pemanfaatan tikus putih (*Rattus norvegicus* L.) sebagai subjek percobaan banyak dilakukan karena aksesibilitasnya dalam jumlah besar, reaktivitas yang cepat, potensi menghasilkan temuan ilmiah yang dapat diterapkan pada manusia, dan hemat biaya (Sihombing, 2011). Organisme khusus ini memiliki ciri-ciri anatomi termasuk daerah tengkorak, daerah serviks, batang tubuh, dan sistem integumen yang terdiri dari rambut. Tikus memiliki struktur tengkorak yang luas disertai seperangkat pelengkap pendengaran yang memanjang, serta pelengkap kulit berupa ekor bersisik. (Rejeki, 2012).