

**KUALITAS AIR MINUM AYAM PEDAGING YANG
DITINJAU DARI KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DAN
RESIDUNYA PADA HATI AYAM PEDAGING**

SKRIPSI

**ASDANIA
I 111 15 346**



**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



**KUALITAS AIR MINUM AYAM PEDAGING YANG
DITINJAU DARI KONSENTRASI TIMBAL (Pb) DAN
RESIDUNYA PADA HATI AYAM PEDAGING**

SKRIPSI

**ASDANIA
I 111 15 346**

**Skripsi sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Peternakan
Pada Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin**

**FAKULTAS PETERNAKAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**



PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Asdania

NIM : I 111 15 346

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis dengan judul: **Kualitas Air Minum Ayam Pedaging yang Ditinjau dari Konsentrasi Timbal (Pb) dan Residunya pada Hati Ayam Pedaging** adalah asli.

Apabila sebagian atau seluruhnya dari karya skripsi ini tidak asli atau plagiasi maka bersedia dikenakan sanksi akademik sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, Agustus 2020



Asdania





Optimization Software:
www.balesio.com

ABSTRAK

Asdania (I 111 15 346). Kualitas Air Minum Ayam Pedaging yang Ditinjau dari Konsentrasi Timbal (Pb) dan Residunya pada Hati Ayam Pedaging. **Wempie Pakiding** sebagai pembimbing utama dan **Muhammad Rachman Hakim** sebagai pembimbing anggota.

Air minum sangat rentan terhadap cemaran termasuk logam berat timbal dan memungkinkan adanya residu pada organ hati ayam pedaging. Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap percobaan, bertujuan untuk mengetahui kualitas air minum ayam pedaging terkait keasaman dan konsentrasi timbal serta mengetahui konsentrasi residu timbal pada hati ayam pedaging. Percobaan pertama untuk mengetahui kualitas air dilakukan berdasarkan Rancangan Acak Lengkap pola faktorial 2x2 yang terdiri dari faktor waktu pengambilan (kondisi hujan dan kering), dan faktor perlakuan klorin (air baku tanpa penambahan klorin dan air baku+klorin). Percobaan kedua untuk mengetahui konsentrasi timbal di hati ayam pedaging digunakan Rancangan Acak Lengkap 3x3 dengan umur ayam saat pengambilan sampel menjadi faktor perlakuan (25, 28 dan 31 hari). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas air terkait keasaman tidak dipengaruhi oleh waktu pengambilan namun nyata dipengaruhi oleh perlakuan klorin. Nilai pH meningkat setelah pemberian klorin. Sedangkan kualitas air terkait konsentrasi timbal nyata dipengaruhi oleh waktu pengambilan, perlakuan klorin maupun interaksi keduanya. Konsentrasi timbal pada air baku meningkat pada saat hujan dibanding saat kering dan di sisi lain konsentrasinya menurun setelah pencampuran klorin. Kombinasi kedua faktor menunjukkan konsentrasi timbal nyata lebih rendah pada air yang telah dicampur klorin dan diambil pada kondisi kering. Konsentrasi timbal pada hati ayam pedaging tidak dipengaruhi oleh umur, namun konsentrasinya melebihi ambang batas cemaran timbal yang direkomendasikan.

Kata Kunci: Ayam Pedaging, Kualitas Air, Timbal, pH, Klorin, Hati.



ABSTRACT

Asdania (I 111 15 346). Drinking-Water Quality Assessment in Terms of the Lead (Pb) Concentration and Its Residue in Broiler's Chicken Liver. Supervised by **Wempie Pakiding** and **Muhammad Rachman Hakim**.

Drinking water is susceptible to contamination of various substances including heavy metals, lead in particular, and allows the presence of its residues in the broilers' liver. The research conducted in two stages of the experiment was aimed to 1) determine the quality of broiler drinking water related to the acidity and lead concentration and 2) determine the concentration of lead residues in the liver of broilers. The first experiment was carried out based on a Completely Randomized Design of 2x2 factorial pattern consisting of sampling time factor (rain and dry conditions), and chlorine treatment factor (raw water without chlorine and raw water + chlorine). The second experiment was conducted according to a Completely Randomized Design (3x3) with age of chicken as treatment, i.e., 25, 28 and 31 days, respectively. The research showed that the pH value of water was not influenced by the sampling time but was significantly increased after administration of chlorine. Water quality related to lead concentration is significantly affected by sampling time, chlorine treatment and the interaction of both factors. Lead concentration of water was higher at rain rather than the dry condition and on the other hand its concentration was decreased after chlorine addition. The combination of the two factors showed that lead concentration was significantly lower in water that has been mixed with chlorine and taken under dry conditions. In addition, lead concentration in broilers' liver was not affected by age, however, such concentration exceeds the lead contamination threshold recommendation.

Keywords: *Broiler, Water Quality, Lead, pH, Chlorine, Liver.*



KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahiim. Segala puji bagi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* atas segala nikmat yang dilimpahkan kepada penulis dalam berbagai aktivitas termasuk untuk menyelesaikan skripsi yang berjudul **Kualitas Air Minum Ayam Pedaging yang Ditinjau dari Konsentrasi Timbal (Pb) dan Residunya pada Hati Ayam Pedaging**. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Rasulullah *Shallallahu'alaihi wa sallam* sebagai teladan terbaik hingga akhir zaman. *Amma ba'du*.

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Ibunda tercinta Dahlia atas kasih sayang yang melimpah, selalu mendoakan penulis di setiap sujudnya, memberikan dukungan dalam bentuk apapun kepada penulis hingga penulis bisa sampai menyelesaikan studi di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
2. Orang tua kami, mama Hj. Hayang dan bapak H. Syamsuddin dengan setulus hati membantu penulis selama melaksanakan studi di Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.
3. Bapak Dekan Fakultas Peternakan Prof. Dr. Ir. Lellah Rahim, M.Sc beserta seluruh civitas academica Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin atas segala ilmu, pelayanan, serta fasilitas yang diberikan kepada penulis selama mengikuti studi.
4. Bapak Dr. Ir. Wempi Pakiding, M.Sc selaku pembimbing utama yang senantiasa meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya selama ini untuk membimbing penulis.



5. Bapak Muhammad Rachman Hakim, S.Pt, M.P selaku pembimbing anggota beserta istri tercinta Kak Bulan yang terus menerus memberi dukungan dan bantuan kepada penulis mulai dari awal hingga akhir studi.
6. Bapak Dr. Ir. Muhammad Ridwan, S.Pt., M.Si selaku pembimbing akademik yang sejak awal selalu memberikan dukungan kepada penulis dalam menapaki langkah di lingkungan kampus.
7. Bapak Ir. Daryatmo, S.Pt., M.P, IPM selaku penguji yang selalu memberikan dukungan kepada penulis dan memberikan kesempatan untuk melakukan penelitian di kandang Close House Fapet Unhas.
8. Ibu drh. Kusumandari Indah Pratiwi selaku penguji yang selalu memberikan pujian, dukungan dan masukan kepada penulis dalam penyelesaian studi.
9. Saudara tercinta Winda Sari Amd.KG, Wahyudi Saputra S.Pd, Asmadewi, dan Annurwilda yang terus menerus membersamai penulis, selalu mendoakan dan memberi dukungan kepada penulis.
10. Sahabat tercinta Elina Lestari, Ade Alifianty, Hanifa Nikmah, Astia MSi, Nuaema Badrah, Rati Setiawati, Mustabsyirah, Ashariah Hapila dan Sri Fadillahyanti yang selalu menemani, selalu menyemangati penulis dalam suka maupun duka serta mendoakan penulis.
11. Murabbiah penulis yang tak henti-hentinya memberi nasehat kepada penulis.
12. Kak Rika, Kak Husnul, Kak Fitri, Kak Jannah, Kak Rahmah, Kak Pisma, Kak Azizah, Kak Nita, Kak Nadia, Nabyla, Adha, Indar, Helmi, Hikmah, Ayu, Jannah, Juwilda, Asma, Qolbi dan Iffah yang selalu memberi nasehat, bimbingan dan selalu mendoakan penulis.



13. Seluruh crew di Close House Fakultas Peternakan yang telah memberi kesempatan untuk meneliti serta membantu penulis selama masa penelitian.
14. Teman-teman di laboratorium Ilmu Ternak Unggas Kak Yazid, Ahmad, Lutfi, Nashar, Vera, Aswar yang selalu mendukung dan membantu penulis.
15. Adik-adikku tercinta di LD An Nahl Fapet UH dan UKM LDK MPM Unhas yang selalu memotivasi penulis, menjadi tempat penulis untuk menuntut ilmu dan telah memberi kenangan berharga kepada penulis.
16. Teman-teman PKL, teman-teman KKN Desa Sehat Gowa di Desa Pa'bundukang angkatan 99, teman-teman RANTAI 15 atas segala ilmu, kebersamaan, pengalaman berharga, inspirasi serta motivasi yang diberikan kepada penulis.
17. Seluruh pihak yang tidak mampu penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa di dalam skripsi ini terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis memohon kritik dan saran dari seluruh pihak dalam perbaikan skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberi manfaat bagi siapapun yang membacanya.

Makassar, Agustus 2020

Asdania



DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
PENDAHULUAN.....	1
TINJAUAN PUSTAKA.....	4
Gambaran Umum Ayam Pedaging.....	4
Kualitas Air Minum Ayam Pedaging	6
Tinjauan Mengenai Klorinasi	7
Tinjauan Mengenai Timbal (Pb).....	8
Biokumulasi Timbal pada Ayam Pedaging	11
METODE PENELITIAN.....	14
Waktu dan Tempat.....	14
Materi Penelitian.....	14
Rancangan Penelitian.....	14
Prosedur Penelitian	15
Analisis Data.....	20
HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
Kualitas Air Minum Berdasarkan Waktu Pengambilan dan Perlakuan Klorin.....	22
Konsentrasi Timbal pada Hati Ayam Pedaging	27
KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN.....	36



DAFTAR TABEL

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Standar kualitas air minum ayam	6
2.	Kandungan nutrisi pakan komersil.....	19
3.	Hasil pengujian nilai pH dan konsentrasi Pb dalam air minum ayam pedaging	22
4.	Konsentrasi timbal pada hati ayam pedaging berdasarkan umur	27



DAFTAR GAMBAR

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Diagram lokasi pengambilan sampel air	16
2.	Kondisi sumur	17
3.	Konsentrasi timbal air minum ayam pedaging yang diambil sebelum dan sesudah pemberian klorin pada saat hujan dan kering	25



DAFTAR LAMPIRAN

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Analisis ragam nilai pH Air minum ayam pedaging berdasarkan waktu pengambilan dan perlakuan penambahan klorin	36
2.	Analisis ragam nilai konsentrasi Pb (mg/L) air minum ayam pedaging berdasarkan waktu pengambilan dan perlakuan penambahan klorin	37
3.	Analisis ragam nilai Pb hati ayam pedaging berdasarkan umur pengambilan	39
4.	Dokumentasi Penelitian	40



PENDAHULUAN

Ayam pedaging adalah salah satu jenis unggas hasil persilangan yang memiliki peranan penting dalam ketersediaan pangan protein. Usaha ayam pedaging di era ini senantiasa berupaya memberi perhatian terhadap pencapaian performa yang tinggi dengan biaya yang efisien dan dengan sistem yang terkontrol. Sistem perkandangan menggunakan kandang tertutup (*closed house*) merupakan suatu upaya yang telah diterapkan untuk mencapai tujuan tersebut. Penggunaan sistem ini, memungkinkan pengontrolan yang lebih terukur pada seluruh aspek pemeliharaan, terutama pada pengaturan kondisi lingkungan kandang, pakan dan air minum (Prihandanu dkk., 2015).

Berbeda halnya dengan kualitas pakan yang lebih terkontrol, kualitas air minum yang digunakan pada peternakan ayam pedaging termasuk pada peternakan komersil menggunakan kandang *closed house* pada umumnya dikaitkan dengan potensi cemaran mikroba, tingkat keasaman dan tingkat cemaran logam berat. Penambahan klorin yang umum dilakukan dilaporkan dapat menurunkan total bakteri di dalam air (Supriyadi dkk., 2016), memperbaiki kondisi keasaman (Jacobs *et al.*, 2019), namun pengaruhnya terhadap cemaran logam berat masih kontroversi sehingga merupakan isu yang penting untuk dikaji.

Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang sering mencemari air dengan kadar yang tinggi, terutama berasal dari pipa yang bersifat korosif dan industri (Ahmed *et al.* 2017; Efanny, 2018). Limbah rumah tangga dan transportasi juga dilaporkan menjadi salah satu penyumbang timbal yang besar ke dalam air sumur di wilayah perkotaan yang padat penduduk



(Connel dan Miller, 1995; Endrinaldi, 2009). Selain itu, musim dapat mempengaruhi konsentrasi timbal dalam air, dan konsentrasi yang lebih tinggi dilaporkan saat kemarau dibanding musim hujan (Darmono, 2001; Misno dkk., 2016).

Konsumsi timbal melalui air minum pada ayam pedaging dikhawatirkan tidak hanya pada pengaruhnya secara langsung pada performa ayam seperti penurunan tingkat pertumbuhan, kelemahan otot, kerusakan sistem saraf, lesu, kelumpuhan kaki dan diare (Jaiswal *et al.*, 2017), namun juga pada sebaran residu yang dapat ditemukan pada organ hati, ginjal, gizzard dan daging (Priyono, 2013) yang pada gilirannya dapat dikonsumsi manusia. Efek timbal pada manusia cukup beragam seperti pusing, sakit kepala, anemia, lemah, tekanan darah tinggi (Gusnita, 2012), namun pengaruh yang cukup signifikan dilaporkan terutama perkembangan syaraf dan mental bayi serta anak-anak (Khan *et al.*, 2016).

Lokasi unit pemeliharaan ayam pedaging Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin dengan sistem *closed house* berada di areal kampus dengan sumber air minum terutama berasal dari air sumur yang berdekatan dengan pemukiman warga dan jalan raya. Pengujian kualitas air yang digunakan sebagai air baku untuk kebutuhan ayam pedaging pada unit tersebut terutama terkait keasaman dan cemaran logam berat terutama timbal belum pernah dilakukan. Sehingga, penting untuk melakukan suatu studi yang melibatkan pengujian keasaman dan kadar timbal pada sumber utama air minum (air baku) dan setelah ditambahkan klorin, dan kemungkinan residunya pada organ hati ayam.



tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui kualitas air yang digunakan sumber air minum pada pemeliharaan ayam pedaging terutama

konsentrasi timbal serta mengetahui konsentrasi residu timbal pada hati ayam pedaging yang dipelihara di kandang *closed house* Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin.

Kegunaan penelitian ini yaitu sebagai sumber informasi terutama bagi pengelola dan masyarakat mengenai kualitas air dan kadar timbal pada hati ayam pedaging pada kandang *closed house* Fakultas Peternakan Universitas Hasanuddin, sehingga menjadi dasar pengambilan kebijakan langkah selanjutnya dalam upaya peningkatan kualitas produk yang dihasilkan.



TINJAUAN PUSTAKA

Gambaran Umum Ayam Pedaging

Ayam pedaging merupakan hasil persilangan dari beberapa bangsa ayam yang unggul dalam produksi daging dan mampu bertumbuh cepat. Ayam pedaging sering pula disebut broiler. Ayam ini mampu menghasilkan daging dalam waktu relatif singkat 5 – 7 minggu yang terbagi ke dalam 2 fase pemeliharaan yaitu *starter* pada umur 1 – 21 hari dan *finisher* pada umur 22 hari hingga panen (Pramudyati dan Effendy, 2009).

Keunggulan ayam pedaging didukung oleh sifat genetik dan beberapa keadaan lingkungan seperti makanan, temperatur dan manajemen pemeliharaan (Umam dkk., 2014). Namun di sisi lain, kelemahan ayam pedaging sangat rentan terhadap serangan penyakit (Saputro, 2014). Dalam hal pembiayaan, sekitar 70% dari biaya produksi digunakan untuk memenuhi kebutuhan nutrisi ayam berupa karbohidrat, protein, lemak, vitamin dan mineral yang terkandung di dalam pakan. Pemilihan jenis pakan berdasarkan kandungan nutrisinya disesuaikan dengan umur ayam, berbeda dengan pemberian air minum yang harus dilakukan setiap saat (Pramudyati dan Effendy, 2009).

Selain itu, untuk mencapai tujuan performa ayam pedaging juga perlu diperhatikan aspek manajemen pemeliharaan yang sesuai. Tipe kandang tertutup atau *closed house* merupakan tipe kandang yang memungkinkan pengontrolan maksimal pada aspek-aspek pemeliharaan, terutama pengaturan kondisi

an dalam kandang, pakan dan air minum (Prihandanu dkk., 2015).

halnya dengan kandang terbuka atau *open house* yang menuntut peternak



untuk mengatur suhu dalam kandang secara manual terutama ketika musim pancaroba (Syafar, 2018).

Tujuan pemeliharaan ayam pedaging adalah untuk menghasilkan produk daging dengan kandungan gizi tinggi dan memenuhi persyaratan keamanan pangan. Namun, ada beberapa permasalahan manajemen yang sering muncul seperti cemaran di dalam kandang maupun cemaran pada ayam pedaging, berupa cemaran biologi dan kimiawi. Menurut BPOM (2017) cemaran adalah bahan tidak sengaja ada dan tidak dikehendaki keberadaannya sehingga dapat mengganggu, merugikan dan membahayakan.

Cemaran biologi berupa mikroba yang sering ditemui dalam lingkungan peternakan ayam diantaranya virus (ND, IBD, AI) dan bakteri (*Salmonella Sp.*, *E.coli*) (Ardana, 2011). Solusi untuk mengurangi cemaran di kandang adalah dengan cara desinfeksi dan vaksinasi. Adapun cemaran kimiawi yang sering ditemui di dalam peternakan ayam adalah logam berat timbal atau Pb. Cemaran timbal pada peternakan ayam diduga berasal dari pakan dan sumber air minum yang mudah tercemar (Dwiloka dan Atmomarsono, 2008; Oforika *et al.*, 2012; Ramdhany dkk., 2015). Timbal dalam pakan dapat berasal dari sumber pencemar yang ada di sekitar lingkungan asal bahan pakan (Widowati dkk., 2015). Konsentrasi timbal bervariasi tergantung komposisi timbal pada pakan yang diberikan (Hester, 2017). Menurut Ahmed *et al.* (2017) cemaran timbal pada ayam berhubungan dengan sistem pemeliharaan yang diterapkan pada ayam. Ayam yang dipelihara secara ekstensif bisa terkontaminasi dengan timbal di

an ketika ayam diumbar, sementara ayam yang dipelihara secara intensif organik bisa terkontaminasi dengan timbal yang berasal dari pakan



(Kamal *et al.*, 2016). Okoye *et al.* (2011) melaporkan bahwa logam yang memiliki konsentrasi tertinggi di dalam pakan adalah timbal, yaitu 78,65 mg/kg.

Kualitas Air Minum Ayam Pedaging

Air merupakan hal yang memegang peranan penting bagi tubuh ayam karena menjadi komponen penyusun terbesar yakni mencapai 60 – 85% dari seluruh bagian tubuhnya. Air untuk konsumsi ayam hendaknya disesuaikan dengan standar kualitas air (Sumaryani, 2002). Kualitas air adalah istilah untuk menggambarkan kesesuaian/kecocokan air untuk penggunaan tertentu dalam menjamin keamanan dalam penggunaannya. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu seperti pengujian fisika (TDS, TSS, kekeruhan, bau, rasa), kimia (pH, logam berat, OD) dan biologi (mikroba) (Setyowati, 2016). Standar kualitas air minum ayam di peternakan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar kualitas air minum ayam

Jenis Parameter	Standar Maksimum	Sumber
Fisik:		
- Bau	Tidak berbau	Info Medion (2019)
- Warna	Tidak berwarna	
- Kejernihan	Jernih	
- Suhu	22 – 24 °C	
Kimia:		
- pH	6,5 – 8,5	Poultry World (2020)
- Timbal (Pb)	0,02 mg/L	
- Klorin (Cl)	250 mg/L	
- Copper (CU)	0,6 mg/L	
- Besi (Fe)	0,3 mg/L	
- Magnesium (Mg)	125 mg/L	
- Nitrat	25 mg/L	
- Sulfat	25 mg/L	
- Zinc	1,5 mg/L	
- Natrium (Na)	50 mg/L	
- Mikroba	50 CFU/mL	Poultry World (2020)



Tinjauan Mengenai Klorinasi

Klorinasi adalah proses penambahan zat klorin (Cl_2) ke dalam air dalam upaya desinfeksi atau untuk menghilangkan bakteri patogen di dalam air (Supriyadi dkk., 2016). Klorin menyebabkan kerusakan pada sel bakteri yakni merusak kemampuan permeabilitas sel dan merusak asam nukleat serta enzim bakteri (Said, 2007) sehingga mampu menekan pertumbuhan bakteri.

Salah satu bahan klorinasi yang sering digunakan adalah kaporit atau kalsium hipoklorit ($\text{Ca}(\text{OCl})_2$). Kaporit di dalam air membentuk asam hipoklorit (HOCl) dan selanjutnya akan berdisosiasi menjadi ion hipoklorit (OCl^-). Tingkat HOCl akan tergantung pada pH air. Secara umum pH yang lebih rendah akan menghasilkan lebih banyak HOCl sehingga klorinasi sebagai alat sanitasi akan lebih efektif. Klorinasi yang efektif menghasilkan pH 7 (Poultry World, 2020). Ion hipoklorit (OCl^-) dapat mengakibatkan hidrolisis pada berbagai komponen kimia bakteri seperti peptidoglikan, lipid dan protein sehingga menyebabkan terjadinya kerusakan fisiologis dan mempengaruhi mekanisme seluler bakteri (EPA, 2004). Kaporit dapat menurunkan bakteri *E. Coli* sekitar 992,56/100 mL menjadi 7,28/100 mL dalam sampel air (Busyairi dkk., 2016).

Penggunaan kaporit dapat menaikkan nilai pH dalam air sehingga mempengaruhi rasa dan korosifitas air, karena membentuk senyawa hidroksida yang bersifat basa (Aziz dkk, 2013; Suherman dan Sumawijaya, 2013) dengan rumus kimia $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + \text{H}_2\text{O} = \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{Cl}_2$. Nilai pH air ditentukan oleh jumlah ion hidrogen (H^+) dan ion hidroksil (OH^-). pH sangat penting untuk

menentukan tingkat korosivitas, secara umum semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi tingkat korosi dalam sistem distribusi air (Swastika, 2017).



Dalam penelitian yang dilakukan oleh Al Husainy dkk. (2014) menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara pH dan konsentrasi timbal yang dilakukan pada stasiun pengambilan sampel yang berbeda (stasiun I, pH 6,4 dan timbal 0,08 mg/L dan stasiun II, pH 7,0 dan timbal 0,04 mg/L). Selain itu, juga dilaporkan bahwa semakin rendah nilai pH maka semakin tinggi kelarutan logam berat di dalamnya dan sebaliknya semakin tinggi nilai pH akan menurunkan kelarutan logam berat (Muammar dkk., 2019). Pada laporan lain dinyatakan bahwa pH rendah dapat menyebabkan toksisitas logam semakin besar (Eshmat dkk., 2014).

Kapurit dapat mereduksi kadar timbal terlarut dalam air, yang terjadi dengan mekanisme reaksi $\text{Ca}(\text{OCl})_2 + \text{Pb} = \text{Pb}(\text{OH})_2 + 2\text{Ca}^{2+}$ dimana timbal yang terlarut dalam air akan mengendap pada dasar air sehingga konsentrasi timbal pada permukaan berkurang (Gunawan, 2017).

Tinjauan Mengenai Timbal (Pb)

Timbal atau Plumbum (Pb) disebut juga timah hitam merupakan jenis logam berat non esensial yang berada pada golongan IVA dalam tabel periodik. Timbal memiliki kepadatan lebih dari 5 g/cm^3 , nomor atom 82 dan bobot atom 207,21 satuan massa atom, bersifat lunak dengan titik leleh 327°C dan titik didih 1.620°C (Sugiyarto dan Suyanti, 2010).

Secara alamiah, timbal berasal dari batuan dalam tanah ataupun dari kulit bumi dengan konsentrasi sekitar 16 mg/kg (Patang, 2018). Timbal yang ada di tanah umumnya berasal dari emisi antropogenik (Alloway, 2012), juga kadang berasal dari proses letusan gunung berapi dan rembesan air yang melewati deposit dan lebih mudah tersebar dibanding kebanyakan logam lainnya (di, 2009).



Cemaran timbal cukup potensial terjadi pada tanah di perkotaan, dua produk khususnya yang menjadi penyumbang besar timbal dalam lingkungan kota pada zaman modern yaitu cat berbasis timbal dan bensin berbahan timbal (Alloway, 2012). Bensin dengan penambahan timbal *tertraetil-TEL* $(C_2H_5)_4Pb$ digunakan sebagai anti letupan (*antiknocking*) yang dapat menimbulkan polusi terhadap udara menjadi PbO_2 (Sugiyarto dan Suyanti, 2010). Timbal reaktif mudah menguap di udara sehingga tercemar pada material permukaan tanah dan cenderung terkonsentrasi pada fraksi partikel kecil pada emisi dalam kondisi suhu tinggi, seperti aki dan knalpot kendaraan (Alloway, 2012). Meningkatnya jumlah kendaraan bermotor menyebabkan peningkatan timbal di udara dan hal tersebut akan berlangsung terus menerus sepanjang hari (Ardyanto, 2005) terutama di wilayah padat penduduk.

Selain itu, timbal juga banyak ditemukan pada berbagai aktivitas industri misalnya penggunaannya sebagai zat tambahan bahan bakar pada pabrik, pada industri keramik digunakan sebagai pelapis (Patang, 2018), pada industri percetakan digunakan sebagai bahan tinta, digunakan dalam pembuatan peralatan amunisi, kabel dan solder (Adhani dan Husaini, 2017), serta digunakan sebagai bahan pesitisida (Noriyanti, 2012). Limbah industri yang tidak terolah lalu terbuang ke saluran irigasi menyebabkan pencemaran pada air dan tanah (Williams *et al.*, 2017).

Timbal juga sering didapatkan pada penggunaannya sebagai zat penghambat korosif pada pipa besi. Timbal mudah terlepas di dalam air dari saluran pipa

pengaruhi oleh tekanan air, jenis dan ketebalan pipa, lama penggunaan proses berkaratnya pipa sehingga memungkinkan timbal bercampur



dengan air yang mengalir di sepanjang pipa instalasi (Febriwani, 2019). Ditemukan pula kadar timbal di dalam air yang berasal dari penampungan yang sepenuhnya berbahan besi (Artati, 2018).

Di dalam tanah, timbal berada dalam bentuk oksidasi. Penyerapan Pb dalam tanah sangat bergantung pada bahan organik, pH, kandungan tanah liat dan CaCO_3 . Timbal dapat terabsorpsi pada pH 4 dan pada fraksi tanah liat (Alloway, 2012). Grace dan MacFarlane (2016) melaporkan bahwa konsentrasi timbal rata-rata di tanah adalah 225 mg/kg, konsentrasi timbal tertinggi ditemukan pada tanah perkotaan yaitu 1.318 mg/kg sedangkan konsentrasi timbal terendah ditemukan pada tanah pedesaan yaitu 11 mg/kg.

Di perairan timbal dapat masuk melalui pengendapan dan jatuhnya debu yang mengandung timbal dan selanjutnya masuk ke dalam perairan lalu mengalami proses penyebaran oleh gelombang dan arus. Dengan demikian, peningkatan timbal dalam perairan dapat mencemari lingkungan yang ada di sekitarnya hingga mampu mencemari tubuh organisme yang memanfaatkan air tersebut seperti biota air, tumbuhan, ternak bahkan manusia (Patang, 2018).

Dalam kondisi tertentu, konsentrasi timbal dalam air dipengaruhi oleh faktor cuaca. Pada musim hujan konsentrasi timbal akan lebih kecil dibandingkan pada musim kemarau, karena pada musim hujan akan mengalami pelarutan sedangkan pada musim kemarau timbal akan terkonsentrasi (Darmono, 1995). Misno dkk. (2016) melaporkan bahwa kandungan timbal pada air lindi sebelum hujan sebanyak 0,0117 mg/L dan setelah hujan 0,0019 mg/L. Namun kondisi sebaliknya

jadi, dalam penelitian Wongsasuluk *et al.* (2014) di Negara Thailand



menemukan bahwa konsentrasi rata-rata timbal selama musim hujan dan musim kemarau adalah 0,0186 mg/L dan 0,0147 mg/L pada air tanah dangkal.

Beberapa referensi telah menunjukkan metode untuk menganalisis sampel logam berat pada lingkungan, diantaranya metode SSA (Spektrofotometri Serapan Atom) atau AAS (*Atomic Atom Spectrofotometry*), ICP-MS (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrometry*) dan XRF (*X- Ray Fluorescence Analysis*). Pemilihan metode analisis logam berat seringkali dikaitkan dengan kemampuan untuk mengukur sampel secara akurat, keterbatasan tertentu pada alat dalam menganalisis, dan pre treatment pada sampel sebelum melakukan analisis. Metode SSA merupakan metode analisis yang paling banyak digunakan dibandingkan metode analisis lainnya, lebih mudah dan murah. Untuk persiapan sampelnya membutuhkan pengenceran dengan asam yang kuat untuk mematikan bahan organik (Sarkar, 2002).

Bioakumulasi Timbal pada Ayam Pedaging

Timbal merupakan logam yang berbahaya bagi ayam pedaging karena dapat menyebabkan efek toksik di dalam tubuh jika terakumulasi secara berlebihan serta tidak mudah dibersihkan dari tubuh (Hester, 2017). Paparan timbal tidak menimbulkan efek langsung pada organisme namun jika terpapar terus menerus dapat menyebabkan penimbunan di dalam tubuh (D'Mello, 2003). Akumulasi timbal ke dalam tubuh ayam dapat terjadi melalui air, makanan dan udara (Edrinaldi, 2009).

Mekanisme toksisitas timbal setelah masuk ke dalam tubuh pertama kali penyerapan pada usus. Penyerapan timbal di dalam usus dipengaruhi oleh timbal dan turunannya, rute, dosis, durasi paparan, keadaan hewan dan



keberadaan zat gizi (Mustafa dan Abdullah, 2009; Andjelkovic *et al.*, 2019). Kemudian didistribusikan melalui sel darah merah atau protein plasma (albumin), sejumlah besar timbal dalam sel darah merah terikat dengan protein molekul tinggi sedangkan protein molekul rendah terikat pada hemoglobin. Ketika timbal memasuki sel, sebagian besar terikat hemoglobin daripada membran sel darah merah (Andjelkovic *et al.*, 2019).

Timbal yang terabsorpsi ke dalam tubuh lalu didistribusikan ke organ-organ tubuh yang terbagi menjadi dua bagian yaitu jaringan lunak (sumsum tulang, sistem saraf, ginjal dan hati) dan jaringan keras (tulang, kuku, rambut, gigi) (Palar, 1994). Akumulasi logam tertinggi biasanya terjadi dalam organ detoksifikasi (hati) dan ekskresi (ginjal) (Williams *et al.*, 2017). Timbal diserap dan dipertahankan oleh jaringan lunak dan tulang namun secara perlahan diekskresikan melalui ginjal (Suganya dkk., 2016). Waktu paruh timbal dalam darah sekitar 25 – 30 hari (Sarkar, 2002; Ardyanto, 2005), 10 – 30 tahun pada tulang (Schrenk dan Cartus, 2017), dan 40 hari pada jaringan lunak (Ardyanto, 2005).

Oforika *et al.* (2012) melaporkan bahwa hati ayam mengandung konsentrasi timbal tertinggi (0,1569 – 0,3740 mg/kg) dan diikuti oleh gizzard (0,2399 – 0,3666 mg/kg) dan otot (0,1512 – 0,2649 mg/kg). Ayam petelur memiliki konsentrasi timbal lebih tinggi dibandingkan ayam pedaging karena perbedaan umur ayam serta lamanya paparan timbal melalui pakan dan air minum (Okoye *et al.*, 2015).

obat toksisitas logam ini dapat menimbulkan kerusakan fisik berupa erosi, si, nekrosis dan dapat menimbulkan gangguan fisiologik berupa



gangguan fungsi enzim dan gangguan metabolisme (Darmono, 2001). Vengris dan More (1974) melaporkan bahwa timbal dapat mengurangi kadar darah, asam nikotinan dan asam amino serta menghambat biosintesis DNA dan RNA.

Hasil penelitian Jaiswal *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pemberian timbal pada air minum ayam pedaging sebanyak 200 mg/L selama 42 hari secara terus menerus menyebabkan gangguan pada performa ayam seperti penurunan tingkat pertumbuhan, penurunan berat badan, kelemahan otot progresif, kerusakan sistem saraf, lesu, kelumpuhan kaki, diare, regurgitasi, anoreksia, sayap terkulai, dan kaki lumpuh. Adapun pengaruh paparan timbal pada manusia yaitu dapat menimbulkan gangguan sistem saraf yang beresiko tinggi dapat menurunkan kecerdasan (IQ) dan gangguan perilaku pada bayi dan anak-anak (Setiawan, 2012), kerusakan ginjal, anemia, gangguan kerja enzim (Darmono, 2001), gangguan penglihatan, gangguan sistem reproduksi dan secara klinis dapat menyebabkan ataksia, kejang dan koma (Edrinaldi, 2009). Selain itu, timbal juga dapat menimbulkan gangguan sistem reproduksi pada monyet dan tikus (Schrenk dan Cartus, 2017).

Menurut BPOM (2017) batas cemaran timbal pada daging dan hasil olahan ternak adalah 0,5 mg/kg sedangkan pada air mineral alami adalah 0,01 mg/L. Menurut SNI (2009) batas cemaran timbal pada daging dan hasil olahan ternak adalah 1,0 mg/kg. Terkhusus pada pakan ternak batas maksimum timbal adalah 0,2 mg/kg (NSW Departemen Industri Primer, 2010 dalam Grace dan MacFarlane, 2016).

