

Kemampuan Berbagai Putih Telur Unggas Sebagai Kelator dalam Mengatasi Keracunan Logam Berat Timbal

(*THE ABILITY OF VARIOUS AVIAN EGG ALBUMEN AS A CHELATOR TO OVERCOME LEAD HEAVY METALS TOXICITY*)

Aulia Andi Mustika^{1,2}, Andriyanto^{1,2},
Ietje Wientarsih³, Meilisa Lidya Margarita¹

¹Unit Pengelola Hewan Laboratorium, ²Bagian Farmakologi dan Toksikologi,
³Bagian Klinik, Reproduksi, dan Patologi,
Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor,
Jln Agathis Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680
. Telepon 0251-8623940 E-mail: aluyamusculus@gmail.com

ABSTRAK

Protein dalam putih telur dapat membentuk ikatan kompleks dengan timbal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kecepatan kelasi protein putih telur ayam kampung, ayam petelur, bebek mojoserto, dan bebek peking dalam mengikat timbal. Percobaan dilakukan dengan mencampurkan timbal asetat dan putih telur dengan perbandingan 1:1. Konsentrasi putih telur yang digunakan adalah 25%, 50%, 75%, dan 100%. Konsentrasi putih telur 0% (Aquadest) digunakan sebagai kontrol. Putih telur bebek peking menunjukkan waktu kelasi tercepat dibandingkan telur bebek mojoserto, ayam petelur, dan ayam kampung. Putih telur bebek peking dengan konsentrasi 100% memiliki waktu kelasi tercepat ($p < 0,05$). Simpulan yang dapat ditarik adalah, putih telur dapat digunakan untuk mengatasi keracunan timbal dengan kecepatan mengkelasi yang berbeda antar putih telur berbagai unggas.

Kata-kata kunci : putih telur, kelasi, timbal

ABSTRACT

Protein in albumen can be chelated and create strong bond with lead. The research was done to evaluate the speed of chelating process by local chicken egg, layers chicken egg, mojoserto duck egg, and peking duck egg. The experiment was conducted by mixing lead acetate with albumen on 1:1 ratio. White egg concentrations were divided into 25%, 50%, 75%, and 100%. Control group used 0% of albumen concentration (*aquadestilate*). Peking duck white egg had the fastest speed of protein chelation. Peking duck albumen by 100% concentration had the fastest speed of chelation among the other egg used in experiment ($p < 0,05$). In conclusion, albumen can be used to overcome lead toxicity, with various speed of chelating process among albumen of various avian.

Keywords : white egg, denaturation, chelation, lead

PENDAHULUAN

Kasus keracunan timbal telah banyak dilaporkan pada manusia dan hewan. Tanpa disadari, dalam beraktifitas sehari-hari, timbal dapat mengkontaminasi tubuh melalui udara yang terhirup, kontak langsung, makanan dan minuman yang tercemar, serta ketidakeingajaan tertelan dari peralatan. Akumulasi timbal dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis (Pokras dan Kneeland, 2009). Pengolahan industri dan asap kendaraan bermotor menjadikan timbal sebagai salah satu polusi lingkungan terbesar.

Keracunan timbal yang disebabkan oleh pekerjaan dapat terjadi dalam industri baterai, cat, percetakan, pembuatan tembikar, dan proses peleburan timbal (Mugahi *et al.*, 2003). Paparan timbal dapat terjadi selama proses pembuatan tangki, pemasangan pipa, dan peralatan lain yang membawa gas dan cairan yang bersifat korosif superkonduktor, teknologi serat optik, selama *magnetic resonance imaging* (MRI) obat-obatan *nuclear*. Tanpa disadari, timbal dapat mengontaminasi tubuh melalui udara tercemar, timbal yang terhirup, berkontak dengan kulit, makanan dan minuman yang tercemar, serta benda-benda mengandung

timbal yang tertelan (Verheijet *al.*, 2008; Sears 2013; Froom *et al.*, 1999).

Akumulasi timbal dalam tubuh dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis, bahkan kematian. Efek keracunan timbal secara akut dan subakut sangat khas, berkaitan dengan paparan dosis yang relatif tinggi, waktu paparan yang relatif singkat, baik dalam hitungan hari atau bulan. Efek keracunan timbal secara akut juga dapat terjadi secara dramatis, kematian yang tiba-tiba, kram perut yang parah, anemia, perubahan perilaku, dan kehilangan nafsu makan. Pada kejadian keracunan timbal, tidak semua efek yang telah dipaparkan muncul secara lengkap, tetapi hanya sebagian efek saja yang teramati dengan jelas (Muller *et al.*, 2013).

Efek keracunan timbal kronis terjadi sebagai akibat paparan timbal yang sedikit demi sedikit dalam jangka waktu yang lama, dapat terjadi pada kurun waktu bulanan hingga tahunan. Efek keracunan timbal kronis biasanya menimbulkan gejala yang tidak spesifik pada hampir semua sistem tubuh. Efek negatif keracunan timbal kronis pada manusia menurut laporan penelitian Pokras dan Kneeland (2009) terdiri atas penurunan libido dan kesuburan (jantan dan betina), keguguran dan kelahiran prematur, masalah kecerdasan, hipertensi, penyakit kardiovaskuler, lebih agresif, serta gangguan fungsi ginjal.

Secara umum, terapi kelasi (*chelation*) menjadi tindakan medis unggulan yang dipilih untuk mengurangi efek toksik dari logam berat termasuk timbal. Agen kelasi mampu mengikat ion logam berat dari dalam sel dan luar sel, membentuk struktur kompleks dan mudah dieksresikan keluar tubuh (Flora dan Pachauri 2010). Agen kelasi dapat diberikan melalui pembuluh darah, otot, inhalasi, ataupun oral, tergantung jenis obatnya. Terdapat berbagai macam agen kelasi yang telah terbukti efektivitasnya. Asam kalsium disodium etilendiamin tetraasetik (CaNa_2EDTA), kalsium trisodium DTPA, *british anti lewisite* (BAL), unithiol, etilendiamin tetraasetik (EDTA), penisilamin, dan sukimer merupakan beberapa contoh agen kelasi (Flora dan Pachauri, 2010; Mikirova *et al.*, 2011). Agen kelasi utama yang sering digunakan di rumah sakit biasanya diberikan melalui parenteral (tidak diberikan secara oral) dengan penanganan ahli. Sementara itu, agen kelasi oral dapat digunakan tanpa peralatan dan penanganan khusus tetapi harus diperhatikan dosis pemakaiannya.

Sampai saat ini, agen kelasi memiliki harga

yang sangat mahal, tidak dapat diperoleh tanpa resep dokter, tidak tersedia secara kontinyu, dan dalam jumlah yang mencukupi. Berdasarkan kendala yang telah dipaparkan tersebut membuat manusia dan hewan yang mengalami keracunan timbal, tidak dapat ditangani secara cepat dan tepat. Penundaan terapi keracunan timbal berisiko meningkatkan absorpsi dan akumulasi timbal di dalam tubuh sehingga dapat berakibat fatal, bahkan sampai terjadi kematian (Hernberg 2000).

Kemampuan protein berikatan dengan logam berat, menjadi dasar masyarakat mulai mencari alternatif pengobatan keracunan logam berat yang efektif, aman, murah, dan mudah didapat. Salah satu sumber protein alami yang potensial untuk dijadikan sebagai agen kelasi logam berat adalah telur unggas. Putih telur unggas dilaporkan memiliki kandungan protein tinggi (Jalaludeen dan Churcil, 2006). Selain itu, telur unggas juga sudah biasa dikonsumsi dan digemari masyarakat dengan harga yang relatif terjangkau. Oleh karena itu, penelitian untuk mempelajari potensi putih telur berbagai macam jenis unggas untuk mengatasi keracunan timbal perlu dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari dan membandingkan potensi beberapa jenis putih telur unggas sebagai terapi kelasi pada keracunan timbal secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Unit Pengelola Hewan Laboratorium (UPHL), Laboratorium Farmakologi, dan Laboratorium Farmasi, Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor selama bulan Januari sampai dengan Februari 2014.

Pembuatan Timbal Asetat 1000 ppm

Larutan timbal asetat 1000 ppm dibuat dengan mengencerkan 1 g kristal timbal asetat ($\text{Pb}(\text{CH}_3\text{COO})_2$) dalam 1000 mL aquades. Kristal timbal asetat dan aquades dicampur dalam tabung labu yang sudah ditera, kemudian diaduk hingga larutan homogen.

Pemilihan Telur Unggas

Telur bebek dipilih berdasarkan sifat fisiknya, seperti keutuhan, bentuk, warna, kebersihan, dan usia telur. Telur harus utuh agar tidak ada jalan terjadinya kontaminasi dari luar. Bentuk telur harus normal, terdapat bagian tajam dan tumpul. Warna tergantung

dari spesies dan harus merata pada seluruh permukaan telur. Bagian kerabang telur juga harus diperiksa kebersihannya. Pada kerabang telur tidak terdapat banyak kotoran menempel dan belum pernah dicuci agar pori-pori kerabang tidak terbuka. Usia telur yang digunakan untuk penelitian sekitar 1-2 hari. Kualitas telur juga diperiksa setelah telur dipecahkan. Kerabang telur dipecahkan dengan hati-hati, keseluruhan isi telur dituang perlahan pada piring/wadah untuk menilai konsistensi, warna, dan bau telur segar. Telur yang baik memiliki konsistensi putih dan kuning telur kental. Bagian putih telur yang mencair menunjukkan adanya kerusakan telur. Warna putih telur yang baik bening kekuningan, bagian kuning telur yang baik berwarna kuning hingga jingga. Telur yang baik memiliki aroma telur yang segar dan amis yang khas namun tidak berbau busuk. Telur yang digunakan dalam penelitian harus memenuhi kriteria telur yang baik sebelum dan sesudah dipecahkan.

Pembuatan Variasi Konsentrasi Telur Unggas

Konsentrasi putih telur unggas yang terdiri dari putih telur ayam buras, ayam ras petelur, bebek mojoserto, dan bebek peking, dibagi menjadi empat konsentrasi yang berbeda, yaitu 25%, 50%, 75%, dan 100%. Putih telur 25% dibuat dengan mencampurkan 25% putih telur dengan 75% aquades. Putih telur 50% dibuat dengan mencampurkan 50% putih telur dengan 50% aquades. Putih telur 75% dibuat dengan mencampurkan 75% putih telur dengan 25% aquades. Putih telur 100% merupakan putih telur utuh tanpa pencampuran aquades. Kontrol menggunakan aquades yang akan dicampur dengan timbal asetat.

Pengujian *In Vitro*

Kelompok pengujian *in vitro* dibagi menjadi lima kelompok perlakuan. Masing-masing kelompok diberi campuran putih telur dan timbal asetat dengan perbandingan 1:1. Kelompok 1 merupakan campuran timbal asetat dan aquades. Kelompok 2 merupakan campuran timbal asetat dan putih telur 25%. Kelompok 3 merupakan campuran timbal asetat dan putih telur 50%. Kelompok 4 merupakan campuran timbal asetat dan putih telur 75%. Kelompok 5 merupakan campuran timbal asetat dan putih telur 100%. Timbal asetat dimasukkan terlebih dahulu kedalam tabung reaksi diikuti putih telur bebek. Kecepatan kelasi dihitung

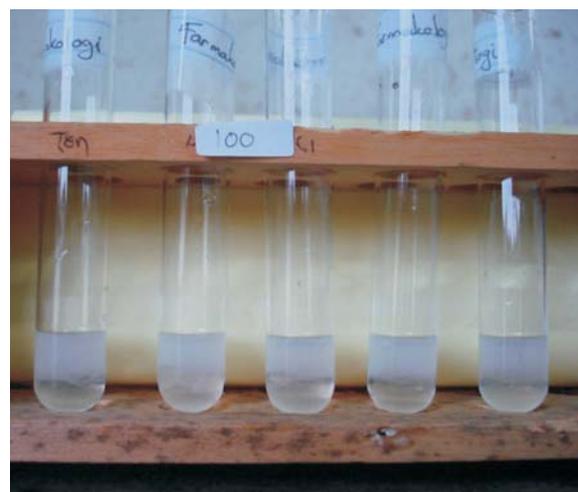
menggunakan *stopwatch*, dihitung mulai terbentuknya lapisan putih yang menandakan protein putih telur terdenaturasi oleh logam berat.

Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (*analysis of variance*) dan dilanjutkan uji Duncan. Selain itu, data yang diperoleh dianalisis dengan analisis deskriptif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian, didapatkan bahwa waktu denaturasi tercepat secara berurutan adalah telur bebek peking, telur bebek mojoserto, telur ayam ras petelur, dan telur ayam buras (Tabel 1). Pada semua jenis telur, konsentrasi tertinggi menunjukkan waktu denaturasi tercepat. Konsentrasi putih telur dengan waktu denaturasi dari yang tercepat secara berurutan adalah 100%, 75%, 50%, dan 25% ($p < 0,05$). Waktu denaturasi putih telur bebek peking memiliki perbedaan yang signifikan dari putih telur bebek mojoserto, ayam ras, dan ayam buras pada konsentrasi yang sama. Waktu denaturasi putih telur bebek peking 25% memiliki nilai yang hampir sama dengan putih telur ayam buras, ayam ras, dan bebek mojoserto pada konsentrasi 50%. Begitu juga untuk putih telur bebek peking 50%, 75%, 100% yang memiliki waktu denaturasi lebih cepat dari jenis telur lainnya pada konsentrasi yang sama.



Gambar 1. Foto pengikatan/kalasi pada perlakuan putih telur bebek peking pada konsentrasi 100%.

Tabel 1. Profil komparasi pengikatan/kelasi timbal oleh berbagai jenis telur unggas

Konsentrasi	Jenis Telur			
	Ayam Buras	Ayam Ras/Layer	Bebek Mojokerto	Bebek Peking
25%	12,23 ± 1,64 ^{Cd}	11,69 ± 1,27 ^{Cd}	11,03 ± 0,96 ^{Bd}	9,89 ± 1,04 ^{Ad}
50%	9,71 ± 1,44 ^{Cc}	9,98 ± 1,23 ^{Cc}	9,36 ± 0,75 ^{Bc}	7,50 ± 0,84 ^{Ac}
75%	7,82 ± 1,24 ^{Cb}	7,37 ± 0,92 ^{Cb}	7,35 ± 0,78 ^{Bb}	5,90 ± 0,84 ^{Ab}
100%	5,44 ± 0,86 ^{Ca}	5,41 ± 0,73 ^{Ca}	4,58 ± 0,69 ^{Ba}	3,86 ± 0,55 ^{Aa}

Keterangan : *Probability* (P) jenis telur = 0; konsentrasi = 0; dan interaksi = 0,135
Huruf besar superscript berbeda antar kolom menandakan adanya perbedaan yang nyata, sedangkan huruf kecil superscript berbeda antar baris menyatakan perbedaan yang nyata.

Denaturasi protein terjadi karena adanya kerusakan ikatan sekunder dan tersier protein. Denaturasi merusak bentuk alfa-heliks normal protein dan mengurainya menjadi bentuk yang tidak teratur. Garam logam berat seperti timbal bersifat ionik dan dapat merusak jembatan garam protein.

Kelasi merupakan ikatan suatu ion logam atau kation dengan suatu struktur cincin kompleks dari molekul organik, agen kelasi. Ciri suatu kelasi adalah adanya atom donor-elektron pada molekul kelasi seperti sulfur, nitrogen, dan atau oksigen (Sears 2013).

Mayoritas protein dan peptida yang memiliki fungsi mengikat, mendistribusikan, dan detoksifikasi logam esensial ataupun yang tidak esensial, membentuk satu atau beberapa situs pengikatan logam. Telah lama diketahui bahwa komponen yang mengandung sulfahidril mempunyai kemampuan mengikat logam. Asam amino yang mengandul sulfur terdiri dari methionin, sistein, N-asetilsistein, analog asetil dari sistein, metabolisme methionin S-adenosilmethionin, asam á-lipoid, dan tripeptida glutation (GSH) yang semuanya berkontribusi dalam mengikat dan mengeksresikan logam dari dalam tubuh.

Telur unggas memiliki sejumlah potensi, seperti nutrisi perkembangan otak anak, antikanker, bahan penjaga kesehatan mata, antihipersensitif, pencegah arteriosklerosis, dan pengikat logam berat (Amour dan Bosche, 2012). Logam berat dapat mendenaturasi protein dan kemudian berikatan kuat dengan protein pada bagian sulphidril lalu membentuk jembatan garam (Bettleheimet *al.*, 2010). Penelitian sebelumnya telah melaporkan adanya ikatan

kuat antara ion timbal dan protein dari putih telur saat direaksikan (Hynek 2012).

Kandungan protein dalam putih telur memiliki peran penting dalam berikatan dengan timbal. Semakin tinggi nilai protein, denaturasi oleh timbal akan semakin banyak dan cepat. Kadar protein telur tiap jenis unggas berbeda-beda. Data Departemen Kesehatan Republik Indonesia menyatakan bahwa putih telur bebek mojokerto memiliki nilai protein yang lebih tinggi (11,0%) dibandingkan protein pada putih telur ayam (10,8 %). Protein telur ayam kampung lebih tinggi dari telur ayam negeri. Informasi kandungan nutrisi pada telur bebek peking terutama protein dalam putih telur belum ada. Pada penelitian didapatkan, waktu kelasi telur bebek mojokerto lebih cepat dibandingkan telur ayam. Hal ini diduga terjadi karena kadar protein telur bebek mojokerto lebih tinggi dari telur ayam. Perbedaan waktu kelasi telur ayam kampung dan telur ayam negeri tidak signifikan. Waktu kelasi telur bebek mojokerto dan telur bebek peking berbeda signifikan. Meskipun data mengenai kadar protein dalam putih telur bebek peking belum tersedia, diduga putih telur bebek peking memiliki kadar protein yang lebih tinggi.

SIMPULAN

Putih telur unggas (bebek peking, bebek mojokerto, ayam buras, dan ayam ras petelur) berpotensi sebagai antidota keracunan timbal secara *in vitro*. Putih telur bebek peking memiliki potensi yang paling baik sebagai kelator timbal karena kecepatannya mengkelasi.

SARAN

Kandungan protein yang tinggi dalam putih telur unggas, sehingga putih telur dapat dimanfaatkan untuk kelator timbal pada kasus keracunan logam berat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini melibatkan berbagai unit keilmuan di Fakultas Kedokteran Hewan IPB. Untuk itu kami mengucapkan terima kasih kepada Unit Pengelola Hewan Laboratorium, Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi Departemen Anatomi, Fisiologi dan Farmakologi, serta Laboratorium Farmasi Departemen Klinik, Reproduksi dan Patologi, Fakultas Kedokteran Hewan IPB.

DAFTAR PUSTAKA

- Amour M, Boshe J. 2012. Eggs: clearing the charges, exploring the potential! *Dar Es Salaam Medical Students' Journal* 19:34-37.
- Bettelheim FA, Brown WH, Campbell MK, Farrell SO. 2010. *Introduction to General, Organic, and Biochemistry*. 9th Ed. Belmont (US) : Brook/Cole Cengage Learning.
- Flora SJS, Mittal M, Mehta A. 2008. Heavy metal induced oxidative stress and its possible reversal by chelation therapy. *Indian Journal Medicine Research* 128:501-523.
- Flora SJS, Pancauri V. 2010. Chelation in metal intoxication. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 7(7) : 2745-2788.
- Froom P, Kristal-Bonch E, Benbassat J. 1999. Lead exposure in battery-factors worker is not associated with anemia. *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 41:120-3.
- Hernberg S. 2000. Lead poisoning in a historical perspective. *American Journal of Industrial Medicine* 38 : 244-254.
- Hynek D, Krejčová L, Koičková S, Ruttkay-Nedecky B, Pikula J, Adam V, Hajkova P, Trnková L, Sochor J, Pohanka M *et al.* 2012. Metallomics study of lead-protein interactions in albumen by electrochemical and electrophoretic methods. *International Journal of Electrochemical Science* 7:943-964.
- Jalaludeen A, Churcil RR. 2006. Duck eggs and their nutritive values. *Poultry Line* 35-39.
- Mikirova N, Casciari J, Hunninghake R, Riordan N. 2011. EDTA chelation therapy in the treatment of toxic metals exposure. *Spatula DD* 1(2) : 81-89.
- Mugahi MN, Heidari Z, Sagheb HM, Barbarestani M. 2003. Effects of chronic lead acetate intoxication on blood indices of male adult rat. *DARU Journal of Pharmaceutical Science* 11(4) : 147-151.
- Muller H, Regard S, Petriccioli N, Kherad O. 2013. Traditional medicine: a rare cause of lead poisoning in western countries. *F1000 Research* doi: 10.12688/f1000 research.2-250.v1.
- Pokras MA, Kneeland MR. 2009. Understanding lead uptake and effects across species lines: a conservation medicine approach. Di dalam: Watson RT, Fuller M, Pokras M, Hunt WG, editor. *Ingestion of Lead from Spent Ammunition: Implications for Wildlife and Humans*. Idaho (US): The Peregrine Fund. doi:10.4080/ilsa.2009.0101.
- Sears ME. 2013. Chelation: Harnessing and enhancing heavy metal detoxification [ulas balik]. *The Scientific World Journal* Article id 219840.
- Verheij J, Voortman J, Nieuwkerk CMJ, Jarbandhan SVA, Mulder CJJ, Bloemena E. 2009. Hepatic morphopathologic findings of lead poisoning in a drug addict: a case report. *Journal of Gastrointestinal and Liver Disease* 18(2) : 225-227.