

**SKRIPSI**

**HUBUNGAN KADAR KROMIUM (Cr) DAN HEMOGLOBIN (Hb)  
PADA TIKUS PUTIH (*Rattus Norvegiucus*)  
YANG TERPAPAR LOGAM BERAT**



**FARA DIAN AFIER UTAMI  
NIM: 2110262067**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA  
PADANG  
2025**

**SKRIPSI**

**HUBUNGAN KADAR KROMIUM (Cr) DAN HEMOGLOBIN (Hb)  
PADA TIKUS PUTIH (*Rattus Norvegiucus*) YANG TERPAPAR  
LOGAM BERAT**

**Skripsi ini diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar  
Sarjana Terapan Kesehatan (S.Tr.Kes)**

**FARA DIAN AFIER UTAMI  
NIM: 2110262067**

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS  
FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA  
PADANG  
2025**

	a). Tempat/Tgl : Lubuk Sikaping, 30 April 2003; b). Nama Orang Tua :(Ayah) Erizal (Ibu) Afrida Yensi; c). Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis; d). Fakultas Ilmu Kesehatan; e). NIM : 2110262067; f). Tgl Lulus : Juli 2025; g). Predikat Iulus : Sangat Memuaskan; h). IPK : 3,75; i). Lama Studi : 4 Tahun; j). Alamat : Kab. Pasaman.
---	---

**HUBUNGAN KADAR KROMIUM (Cr) DAN HEMOGLOBIN (Hb) PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR LOGAM BERAT**

**SKRIPSI**

Oleh: Fara Dian Afier Utami  
Pembimbing: 1. Dyna Putri Mayaseli, M.Si. 2. Marisa, M.Pd

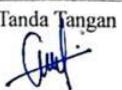
**Abstrak**

Kromium adalah unsur kimia (Cr) yang merupakan logam transisi berwarna abu-abu baja, keras, dan rapuh. Unsur ini dikenal karena ketahanannya yang tinggi terhadap korosi dan kekerasannya, menjadikannya bahan penting dalam pembuatan baja tahan karat dan pelapisan krom. penelitian ini menggunakan desain eksperimental laboratorium dengan kelompok pasca-ujji saja, melibatkan enam tikus putih: dua sebagai kelompok kontrol negatif dan empat terpapar kromium. Kadar kromium diukur menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan kadar hemoglobin menggunakan Hematology Analyzer. Data dianalisis dengan uji korelasi menggunakan perangkat lunak SPSS 15.0. Tikus diberikan larutan standar  $K_2Cr_2O_7$  1000 mg/L melalui injeksi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kadar kromium pada kelompok perlakuan meningkat setelah 6 jam paparan (0,05  $\mu$ g/L), meskipun masih dalam batas normal internasional (< 1,4  $\mu$ g/L). Kadar hemoglobin pada kelompok kontrol menunjukkan penurunan di bawah batas normal (12,576 g/dL). Setelah 3 jam penyuntikan kromium, rata-rata kadar hemoglobin menurun menjadi 12,267 g/dL, dan setelah 6 jam menurun lebih lanjut menjadi 12,167 g/dL. Penurunan hemoglobin ini disebabkan oleh respons fisiologis terhadap paparan toksik, termasuk stres oksidatif dan kerusakan sel darah merah yang mengganggu sintesis hemoglobin. Namun, hasil uji statistik menunjukkan tidak ada hubungan signifikan antara kadar kromium dan hemoglobin pada kelompok kontrol maupun kelompok perlakuan setelah 3 dan 6 jam.

**Kata kunci:** Kromium, Hemoglobin, Tikus Putih, Logam Berat, Anemia.

Skripsi ini telah dipertahankan didepan sidang penguji dan dinyatakan lulus pada Juli 2025

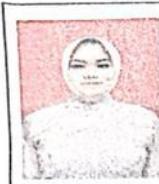
Abstrak ini telah disetujui oleh penguji:

Tanda Tangan	1.	2.	3.
			

Mengetahui

Ketua Program Studi : Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si.





a).Place/Date : Lubuk Sikaping, April 30, 2003; b). Name of Parents : (Father) Erizal (Mother) Afrida Yensi; c). Study Program : Bachelor of Applied Medical Laboratory Technology; d). Faculty of Health Sciences; e). Student ID : 2110262067; f). Date of Graduation : July 2025; g). Graduation Predicate : Very Satisfactory; h). GPA : 3.75; i). Length of Study : 4 Years; j). Address : Pasaman Regency.

## THE RELATIONSHIP BETWEEN CHROMIUM (Cr) AND HEMOGLOBIN (Hb) LEVELS IN WHITE RATS (*Rattus norvegicus*) EXPOSED TO HEAVY METALS

### THESIS

By: Fara Dian Afier Utami  
Supervisor: 1. Dyna Putri Mayaserli, M.Si, 2. Marisa, M.Pd

#### Abstract

Chromium is a chemical element (Cr) that is a steel-gray, hard, and brittle transition metal. This element is known for its high resistance to corrosion and hardness, making it an important material in the manufacture of stainless steel and chrome plating. This study used a laboratory experimental design with a post-test only group, involving six white rats: two as a negative control group and four exposed to chromium. Chromium levels were measured using Spectrophotometry. Atomic Absorption Rate (AAS) and hemoglobin levels were measured using a Hematology Analyzer. Data were analyzed using a correlation test using SPSS 15.0 software. Rats were given a standard solution of K2 Cr2 O7 1000 mg/L by injection. The results showed that the average chromium levels in the treatment group increased after 6 hours of exposure (0.05 µg/L), although still within the international normal limit (<1.4 µg/L). Hemoglobin levels in the control group showed a decrease below the normal limit (12.576 g/dL). After 3 hours of chromium injection, the average hemoglobin level decreased to 12.267 g/dL, and after 6 hours it decreased further to 12.167 g/dL. This decrease in hemoglobin is caused by physiological responses to toxic exposure, including oxidative stress and red blood cell damage that interfere with hemoglobin synthesis. However, the results of statistical tests showed no significant relationship between chromium and hemoglobin levels in the control group and the treatment group after 3 and 6 hours.

**Keywords:** Chromium, Hemoglobin, White Rats, Heavy Metals, Anemia.

This thesis has been defended in front of the examiner's session and was declared passed  
On July 22, 2025

Signature	1.	2.	3.
Bright Name	Dyna Putri Mayaserli, M. Si	Marisa, M. Pd	Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si

Know  
Head of Study Program: Dr. Apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Polusi logam berat saat ini menjadi salah satu masalah lingkungan terbesar karena ion logam ini bertahan lama di lingkungan dan tidak dapat terurai secara hayati. Toksisitas dan kecenderungan bioakumulasi logam berat di lingkungan berbeda dari polutan organik karena logam berat tidak dapat di degradasi melalui proses kimia atau biologis(Ayangbenro & Babalola, 2017).

Logam berat adalah unsur kimia dengan kepadatan tinggi yang beracun bagi organisme hidup bahkan dalam jumlah sangat kecil. Logam berat yang umum ditemukan di lingkungan meliputi timbal (Pb), merkuri (Hg), arsenik (As), kadmium (Cd), dan kromium (Cr). Paparan logam berat dalam jangka panjang dapat menyebabkan banyak masalah kesehatan serius, termasuk kerusakan organ, kerusakan sistem saraf, serta disfungsi perkembangan dan fisik.

Logam berat dapat masuk ke tubuh manusia dan hewan melalui konsumsi makanan, air atau udara, paparan langsung di tempat kerja, atau melalui polusi industri. Sumber utama pencemaran logam berat di lingkungan sering kali adalah industri, pertambangan, limbah rumah tangga, dan kendaraan bermotor (Agustina & Teknik, 2014).

Efek logam berat pada organisme hidup dapat sangat berbahaya bagi hewan, tumbuhan, dan manusia. Pada manusia, paparan kronis terhadap logam berat dapat menyebabkan kerusakan neurologis, penurunan kecerdasan, dan masalah perkembangan pada anak-anak. Pada hewan, logam berat dapat melemahkan sistem kekebalan tubuh, mengganggu kesuburan, dan bahkan menyebabkan kematian.

Pada tumbuhan, logam berat dapat menghambat pertumbuhan, merusak akar dan daun, dan akhirnya mengurangi hasil panen. Logam berat ini juga dapat terakumulasi dalam rantai makanan, sehingga membahayakan seluruh ekosistem.

Menurut (Kusumastuti et al., 2020), pencemaran logam berat dapat menimbulkan bahaya yang serius bagi makhluk hidup karena mudah terakumulasi dalam tubuh dan mengganggu sistem metabolisme. Hal ini juga dapat menyebabkan berbagai penyakit kronis. Lebih jauh lagi, logam berat dapat mencemari air dan tanah, yang pada akhirnya mengganggu keseimbangan ekosistem.

Kromium adalah logam transisi yang digunakan dalam berbagai industri, seperti dalam pembuatan baja tahan karat, pelapisan logam, pewarna, dan produk kimia lainnya. Kromium dapat ditemukan di alam dalam bentuk senyawa, terutama kromit, yang ada di tanah, air, dan udara dalam konsentrasi rendah. Walaupun bentuk kromium tiga (Cr(III)) memiliki peran penting bagi tubuh manusia dalam jumlah kecil, seperti dalam metabolisme glukosa, bentuk kromium enam (Cr(VI)) memiliki sifat beracun yang sangat berbahaya.

Paparan terhadap Cr(VI) dalam waktu lama dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, termasuk kanker, kerusakan pada ginjal, hati, serta gangguan pada sistem saraf. Pencemaran kromium di lingkungan biasanya disebabkan oleh aktivitas industri, seperti pembuangan limbah dari pabrik dan pertambangan. Oleh karena itu, pengelolaan penggunaan kromium yang tepat sangat diperlukan untuk mengurangi dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan (Kusumastuti et al., 2020).

Kromium dapat memasuki tubuh makhluk hidup melalui beberapa cara, baik

secara langsung maupun tidak langsung. Salah satu jalur utama adalah melalui konsumsi makanan atau air yang terkontaminasi kromium, yang biasanya terjadi akibat pencemaran dari aktivitas industri, seperti pelapisan logam atau proses kimia lainnya. Selain itu, kromium juga bisa terhirup melalui debu yang mengandung senyawa kromium, terutama di area yang dekat dengan pabrik atau proses pembakaran.

Selain jalur pencernaan dan pernapasan, kromium juga dapat diserap melalui kulit, khususnya dalam bentuk kromium enam (Cr(VI)) yang lebih mudah diserap oleh tubuh. Setelah masuk ke dalam tubuh, kromium dapat terakumulasi di berbagai organ dan menyebabkan kerusakan, seperti pada hati, ginjal, dan sistem peredaran darah, serta meningkatkan risiko gangguan kesehatan jangka Panjang (Kusumastuti et al., 2020).

Kromium merupakan salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan dan memiliki potensi berbahaya bagi kesehatan manusia. Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 907/MENKES/SK/VII/2002 tentang Batas Toleransi Logam Berat dalam Makanan dan Minuman, kromium, terutama dalam bentuk kromium enam (Cr(VI)), diakui sebagai salah satu kontaminan yang dapat memberikan dampak negatif bagi tubuh manusia.

Paparan kromium enam yang tinggi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan, seperti gangguan pada ginjal, hati, serta meningkatkan risiko kanker. Kromium juga dapat mengganggu sistem peredaran darah dan menyebabkan

anemia, terutama pada paparan kronis. Oleh karena itu, pemerintah melalui Kementerian Kesehatan menetapkan batasan kandungan kromium dalam bahan makanan dan minuman untuk melindungi masyarakat dari dampak buruk pencemaran logam berat ini.

Hemoglobin adalah protein yang terdapat dalam sel darah merah dan memiliki peran vital dalam mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh serta membawa karbon dioksida kembali ke paru-paru untuk dibuang. Protein ini terdiri dari empat subunit yang masing-masing dapat mengikat satu molekul oksigen, memungkinkan sel darah merah untuk membawa oksigen dalam jumlah besar.

Fungsi utama hemoglobin adalah untuk memastikan oksigen tersebar dengan efisien ke jaringan tubuh, mendukung proses metabolisme sel. Selain itu, hemoglobin juga berperan dalam menjaga keseimbangan pH darah, karena proses pengikatan dan pelepasan oksigen mempengaruhi konsentrasi ion hidrogen dalam tubuh.

Kadar hemoglobin yang normal sangat penting untuk kesehatan, karena rendahnya kadar hemoglobin dapat menyebabkan anemia, yang mengarah pada gejala seperti kelelahan dan gangguan kesehatan lainnya. Sebaliknya, kadar hemoglobin yang terlalu tinggi dapat menandakan kondisi medis tertentu, seperti polisitemia. Oleh karena itu, menjaga kadar hemoglobin tetap seimbang sangat penting untuk fungsi tubuh yang optimal (Mawo et al., 2019)

Menurut (Suryani, 2018) kadar hemoglobin yang rendah dapat mengganggu kinerja tubuh secara keseluruhan, menyebabkan penurunan kemampuan tubuh untuk beraktivitas. Gangguan pada kadar hemoglobin dapat disebabkan oleh

berbagai faktor, mulai dari kekurangan gizi, faktor genetik, hingga paparan zat berbahaya seperti logam berat yang dapat merusak produksi sel darah merah.

Hubungan antara kadar kromium dan hemoglobin pada tikus yang terpapar logam berat dapat dijelaskan melalui dampak toksik kromium terhadap produksi sel darah merah dan kadar hemoglobin. Kromium, terutama dalam bentuk Cr(VI), memiliki efek berbahaya yang dapat mengganggu fungsi sumsum tulang, tempat di mana sel darah merah diproduksi. Paparan kromium secara berkelanjutan dapat mengurangi kemampuan tubuh untuk menghasilkan sel darah merah yang sehat, yang akhirnya menyebabkan penurunan kadar hemoglobin dalam darah.

Kromium dapat memicu stres oksidatif, yang merusak sel darah merah dan organ yang terlibat dalam produksi darah, seperti hati dan ginjal. Proses ini terjadi akibat pembentukan radikal bebas yang merusak komponen seluler. Paparan kromium juga dapat mengganggu keseimbangan ion dan metabolisme yang terkait dengan pembentukan hemoglobin. Akibatnya, kadar hemoglobin dalam darah dapat menurun, menyebabkan anemia pada tikus yang terpapar kromium. Penelitian menunjukkan bahwa tikus yang terpapar kromium, terutama dalam bentuk Cr(VI), mengalami penurunan kadar hemoglobin, yang menunjukkan pengaruh negatif kromium terhadap pembentukan darah dan kemampuan tubuh untuk mengangkut oksigen.

Menurut penelitian (Irwanto, 2020), tikus yang terpapar kromium enam (Cr(VI)) menunjukkan kadar hemoglobin yang lebih rendah dibandingkan dengan tikus yang tidak terpapar, yang menunjukkan bahwa kromium dapat menghambat proses pembentukan darah dan mengurangi kemampuan tubuh dalam membawa oksigen. Kadar kromium dan hemoglobin pada tikus yang terpapar logam berat

dapat dilihat dari pengaruh toksik kromium terhadap produksi sel darah merah dan kadar hemoglobin.

Paparan kromium pada tikus dapat menyebabkan stres oksidatif dan kerusakan pada sumsum tulang serta organ-organ lainnya, yang akhirnya menghambat produksi hemoglobin. Penurunan kadar hemoglobin akibat paparan kromium dapat mengarah pada anemia, yang dapat mempengaruhi kemampuan transportasi oksigen ke jaringan tubuh.

Mengingat pentingnya hemoglobin dalam menjaga fungsi tubuh, oleh karena itu dari latar belakang tersebut penulis tertarik untuk melakukan penelitian yang berjudul "Hubungan antara Kadar Logam Kromium(Cr) Dan Hemoglobin (Hb) Pada Tikus Putih (*Rattus Norvergius*) Yang Terpapar Logam Berat".

## **1.2 Perumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka permasalahan yang ingin diteliti dalam penelitian ini adalah : Bagaimana hubungan kadar logamkromium (Cr) dan hemoglobin (Hb) pada tikus putih (*Rattus Norvegiucus*) yang terpapar logam berat?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengetahui hubungan antara kadar logam kromium (Cr) dan hemoglobin (Hb) pada tikus putih (*Rattus Norvegius*)yang terpapar logam berat

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1.2.3.1 Untuk mengatahui kadar logam kromium (Cr) pada tikus putih (*Rattus Norvegius*) yang terpapar logam berat .

1.2.3.2 Untuk mengatahui kadar hemoglobin (Hb) pada tikus puth (*Rattus Norvegicus*) yang terpapar logam berat.

1.2.3.3 Untuk mengatahui apakah terdapat hubungan antara kadar logam kromium (Cr) dan hemoglobin (Hb) pada tikus putih (*Rattus Norvegicus*) yang terpapar logam berat.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

##### **1.4.1 Bagi peneliti**

Penelitian ini dapat menambah pengetahuan penulis mengenai hubungan antara kadar kromium (Cr) dan hemoglobin (Hb) pada tikus putih (*Rattus Norvegicus*) yang terpapar logam berat dan dapat menerapkan ilmu-ilmu pada bidang Toksikologi Klinik yang diperoleh selama menempuh pendidikan di Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Universitas Perintis Indonesia.

##### **1.4.2 Bagi Intitusi Pendidikan**

Penelitian ini dapat memberikan manfaat dalam pengembangan ilmu pengetahuan tentang teknologi laboratorium medis terkait dengan hubungan antara kadar kromium (Cr) dan Hemoglobin (Hb) pada tikus putih (*Rattus Norvegicus*) yang terpapar logam berat serta dapat dijadikan sebagai acuan untuk penelitian lebih lanjut.

##### **1.4.3 Bagi tenaga laboratorium**

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai acuan oleh tenaga laboratorium dalam bidang Toksikologi Klinik mengenai hubungan antara kadar kromium (Cr) dan Hemoglobin (Hb) di laboratorium medis.

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

Dalam penelitian ini, penelitian dilakukan dengan menggunakan sampel darah tikus yang telah diberikan perlakuan dengan penyuntikan kromium (Cr) 1000mg/L yang disuntikkan pada tikus melalui rongga perut(intraperitoneal). Sampel yang digunakan sebanyak 6 sampel yang terbagi menjadi 2 kelompok yaitu kelompok kontrol dan kelompok perlakuan. Pada kelompok kontrol terdapat 2 sampel dan pada kelompok perlakuan terdapat 4 sampel yang akan diberikan perlakuan 3 jam dan 6 jam.

Tikus putih yang digunakan berumur 2 dengan berat antara 180-200 gram. Pemilihan umur tikus tersebut didasarkan pada kriteria umur tikus yang sering digunakan sebagai model dalam penelitian biomedik/praklinik. Selain itu, mengacu pada penelitian Fitria, L. (2014) yang menyatakan bahwa pada tikus wistar berumur 8 minggu mempresentasikan kategori umur dewasa.

Pada umur 2 bulan, tikus umumnya telah mencapai kematangan secara fisologis namun memasuki tahap penuaan. Pada umur ini, organ dan sistem tubuh tikus telah berkembang sempurna dan memiliki metabolisme yang stabil, sehingga respon biologis terhadap perlakuan atau intervensi lebih stabil. Umur yang terlalu tua membuat fungsi organ dan metabolisme tubuhnya sudah mulai menurun, sedangkan pada usia yang terlalu muda sistem organ dan metabolisme belum sempurna. Tikus dengan berat 180-200 gram adalah ukuran yang umum dan ideal untuk berbagai prosedur penelitian yang dapat memudahkan penanganan dan perlakuan seperti injeksi, pengambilan sampel darah dan lain-lain. Pemilihan tikus dalam rentang umur dan berat yang tepat juga memastikan bahwa hewan tersebut berada dalam kondisi kesehatan yang baik, mengurangi resiko komplikasi selama penelitian dan mematuhi standar etika hewan laboratorium.

Tikus putih diberikan perlakuan dengan penyuntikan kromium 1.000 mg/ L yang disuntikkan pada tikus melalui intraperitoneal. Penyuntikan intraperitoneal pada tikus memungkinkan kromium 1.000 mg/L diserap dengan cepat kedalam sistem peredaran darah karena peritoneum kaya akan pembuluh darah. Selain itu,

teknik intraperitoneal memungkinkan volume cairan yang masuk lebih besar dibandingkan metode injeksi lain seperti intravena atau intramuskular sehingga teknik ini menjadi pilihan yang efektif untuk penelitian yang memerlukan dosis besar atau berulang. Cairan yang disuntikkan ke dalam rongga peritoneum dapat didistribusikan lebih merata ke organ-organ internal.

Ada beberapa jenis metode paparan kromium, seperti penyuntikan intraperitonea (IP), penyuntikan intravena (IV), penyuntikan intramuskular (IM), pemberian oral, dan inhalasi. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Stout *et al.*, 2009), pemaparan kromium dilakukan dengan cara inhalasi, setelah pemaparan kromium selama 6 jam didapatkan jumlah hemoglobin yaitu 12,3 g/dL. Oleh karena itu, pada penelitian ini menggunakan metode pemaparan melalui penyuntikan intraperitoneal karena ingin melihat bagaimana pengaruh timbal terhadap jumlah leukosit dalam darah.

Pengambilan darah dapat melalui sinus orbital mata, vena ekor, pemenggalan kepala (dekaptalasi), melalui jantung dan melalui vena juguralis di leher. Cara pengambilan sampel darah yang paling baik adalah dengan mengambil sampel darah melalui sinus orbital mata, karena selain mudah, tingkat stress yang ditimbulkan pada hewan coba cukup ringan, volume darah yang didapat juga cukup banyak karena pada mata tikus terdapat pembuluh darah vena mata serta regenerasi jaringan pada daerah ini berlangsung lebih cepat dan pengambilan sampel darah dari mata dapat dilakukan secara berulang sesuai dengan kebutuhan penelitian yang diperlukan (Parasuraman *et al.*, 1990). Darah diambil sebanyak 1-2 ml menggunakan pipet hematokrit berheparin (berwarna merah) yang kemudian ditampung ke dalam tabung EDTA, dimaksudkan agar darah tidak mengalami pembekuan.

Setelah darah diambil, darah kemudian di destruksi yang bertujuan untuk memutuskan ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis. Destruksi dilakukan untuk menguraikan senyawa logam menjadi logam-logam anorganik atau menguraikan senyawa unsur-unsurnya sehingga dapat dianalisis (Himawan, 2020). Saat menganalisi kromium dalam sampel darah metode destruksi yang digunakan adalah destruksi basah. Destruksi basah dipilih karena

engerjaannya lebih cepat dibandingkan dengan destruksi kering yang memerlukan waktu yang lama serta untuk menghindari banyak beban yang terbuang pada destruksi kering akibat dari proses pengabutan dengan menggunakan suhu yang sangat tinggi.

Pelarut yang digunakan pada proses destruksi adalah  $\text{HNO}_3$ , penggunaan  $\text{HNO}_3$ , dalam proses desktuksi berfungsi sebagai pengoksidasi, karena  $\text{HNO}_3$ , merupakan pelarut logam yang baik sehingga logam kromium yang akan dianalisis teroksidasi oleh  $\text{HNO}_3$ , dan menjadi larut. Setelah semua bahan organik telah terdekomposisi sempurna dan proses destruksi dikatakan berakhir apabila diperoleh larutan berwarna jernih. Pada penelitian ini sampel yang awalnya berwarna coklat gelap dan keruh, setelah destruksi sampel berubah menjadi warna kuning jernih, sampel yang telah didestruksi kemudian didinginkan. Setalah itu sampel disaring lalu dimasukkan kedalam botol vial dan siap untuk dianalisis (Asmorowati *et al.*, 2020)

Analisis kadar kromuim dilakukan dengan menggunakan alat AAS, karena penggerjaannya selektif, sensitif dan spesifik untuk unsur yang dapat digunakan untuk kadar unsur konsentrasinya sangat kecil tanpa harus dipisahkan terlebih dahulu, biaya analisisnya relatif murah, sensitivitasnya tinggi (ppm-ppb), dapat dengan mudah membuat matriks yang sesuai dengan standar, waktu analisisnya sangat cepat dan mudah dilakukan.

### 1.1 Kadar Kromium dalam Darah

Dalam konteks regulasi nasional, hingga saat ini belum terdapat ketetapan resmi dari Kementerian Kesehatan Republik Indonesia mengenai nilai ambang batas kadar kromium dalam darah manusia. Oleh karena itu, sebagai pembanding, digunakan nilai referensi internasional dari ATSDR (Agency for Toxic Substances and Disease Registry), yang menyatakan bahwa kadar kromium darah pada individu yang tidak terpapar secara langsung umumnya berada di bawah 1,4 mg/L. Nilai ini dapat dijadikan acuan untuk menilai tingkat paparan kromium dalam darah, baik pada manusia maupun model hewan percobaan seperti tikus.” Hasil penelitian ini rerata kadar kromium dalam darah tikus kontrol didapatkan hasil pengukuran kadar

kromium menunjukkan adanya perubahan kadar logam dalam tubuh tikus setelah paparan perlakuan. Pada kelompok kontrol, rerata kadar kromium adalah  $-0,133167$  mg/L, sementara pada kelompok perlakuan 3 jam rerata kadarnya menjadi  $-0,023867$  mg/L. Nilai negatif ini kemungkinan besar disebabkan oleh konsentrasi kromium yang sangat rendah, bahkan berada di bawah batas deteksi alat, atau akibat koreksi blanko selama proses analisis menggunakan spektrofotometer. Pada kelompok perlakuan penyuntikan kromium (Cr) 1.000 ppm setelah 6 jam didapatkan rerata pada kadar kromium menjadi 0,055200 , meskipun nilai tersebut masih berada dalam batas normal kadar kromium darah ( $< 1,4$   $\mu\text{g}/\text{L}$  menurut ATSDR), peningkatan ini menunjukkan bahwa kromium telah mulai terserap ke dalam tubuh tikus dan terdeteksi secara nyata.

## 1.2 Jumlah Hemoglobin dalam Darah

Paparan kromium menyebabkan sejumlah gangguan hematologi yang ditandai dengan kelainan sel darah. Paparan berulang terhadap senyawa Cr (VI) menyebabkan efek serupa pada manusia dan hewan laboratorium, yang meliputi efek iritasi dan inflamasi pada sistem pernapasan dan perubahan imunologis seperti peningkatan imunoglobulin serum dan jumlah sel darah putih, serta perubahan aktivitas makrofag alveolar dan limfosit limpa (Ray, 2016).

Hemoglobin merupakan indikator yang digunakan secara luas untuk menentukan ada atau tidaknya anemia. Hemoglobin adalah senyawa pembawa oksigen dalam sel darah merah. Hemoglobin dapat diukur secara kimia dan jumlah Hb per 100 ml darah dapat digunakan sebagai indikator kapasitas darah dalam membawa oksigen (Suryani, 2018).

Berdasarkan hasil pemeriksaan jumlah hemoglobin dapat dilihat bahwa rerata pada perlakuan kontrol terjadi penurunan jumlah hemoglobin dibawah batas normal yaitu sekitar 12,576 g/dL dengan standar deviasi 1,9140. Hal ini kemungkinan disebabkan karena faktor stress atau dapat pula disebabkan terjadi luka pada hewan uji pada saat perlakuan dan pengambilan sampel yang memicu penurunan jumlah hemoglobin sebagai respons stress

atau inflamasi serta disebabkan oleh lingkungan sekitar yang kurang optimal seperti suhu, kebisingan atau ventilasi yang buruk yang terdapat menyebabkan stress pada tikus dan memicu respon imun.

Pada setelah 3 jam penyuntikan kadar kromium (Cr) 1.000 mg/L didapatkan rata-rata jumlah hemoglobin cenderung mengalami penurunan yaitu sebesar 12,267 g/dL dengan standar deviasi 0,6658. Penurunan tersebut merupakan bentuk respon fisiologis tubuh terhadap paparan zat toksik. Meskipun tidak bersifat protektif, penurunan ini mencerminkan adanya gangguan pada sistem hematopoietik yang disebabkan oleh stress oksidatif, hambatan dalam proses sintesis hemoglobin. Kromium dapat masuk ke dalam eritrosit dan mengalami proses reduksi yang menghasilkan radikal bebas, yang dapat merusak membran sel darah merah dan molekul hemoglobin. Oleh karena itu, penurunan kadar hemoglobin dapat digunakan sebagai penanda awal adanya efek toksik kromium dalam tubuh hewan uji (Ray, 2016).

Perlakuan setelah 6 jam penyuntikan kadar kromium (Cr) 1.000 mg/L didapatkan rata-rata jumlah hemoglobin cenderung mengalami penurunan yaitu sebesar 12,167 g/dL dan standar deviasi 0,6658. Penurunan jumlah hemoglobin diakibatkan karena terjadinya kerusakan sel darah merah (hemoglobin) dan gangguan pada proses sintesis hemoglobin. Kromium dapat masuk ke dalam sel dan menghasilkan radikal bebas selama proses reduksi intraseluler. Radikal bebas ini menyebabkan kerusakan membrane protein hemoglobin, sehingga memicu hemolisis dan menurunkan kadar hemoglobin.

Hasil penelitian yang menunjukkan perubahan hemoglobin yang relatif kecil. Variasi dalam standar deviasi menunjukkan tingkat keragaman datang berbeda-beda antar kelompok, dengan kelompok control memiliki variasi terbesar sedangkan kelompok perlakuan 3 jam dan 6 jam memiliki variasi terkecil.

### **1.3 Hubungan Kadar Kromium dengan Jumlah Hemoglobin dalam Darah**

Berdasarkan hasil uji statistik pada kontrol didapatkan nilai

signifikansi (2- tailed) pada kadar kromium dan jumlah hemoglobin adalah 0.602 dengan nilai  $p > 0.05$ , maka  $H_0$  diterima, artinya tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar kromium dengan jumlah hemoglobin pada kontrol tikus putih. Berdasarkan hasil uji statistik perlakuan setelah 3 jam didapatkan nilai signifikansi (2 – tailed) pada kadar kromium dan jumlah hemoglobin adalah 0.221 dengan nilai  $p > 0.05$ , maka  $H_0$  diterima, artinya tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar kromium dengan jumlah hemoglobin setelah 3 jam perlakuan. Berdasarkan hasil uji statistic perlakuan setelah 6 jam didapatkan nilai signifikan (2 – tailed) pada kadar kromium dan jumlah hemoglobin adalah 0,117 dengan nilai  $p > 0.05$ , maka  $H_0$  diterima, artinya tidak terdapat hubungan signifikan antara kadar kromium dengan jumlah hemoglobin setelah 6 jam perlakuan.

Hasil analisis statistik yang tidak menunjukkan adanya hubungan signifikan antara kadar kromium dalam darah dan jumlah hemoglobin tikus kontrol dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang tidak berkaitan dengan paparan kromium seperti stress yang dapat merangsang respon imun sehingga menyebabkan peningkatan jumlah hemoglobin, kondisi lingkungan seperti suhu, kebisingan dan kebersihan kandang juga dapat menyebabkan stress atau mempengaruhi kesehatan tikus yang pada akhirnya dapat meningkatkan jumlah hemoglobin.

Tidak ditemukan adanya hubungan antara kadar kromium dalam darah dengan jumlah hemoglobin dikarenakan rerata jumlah hemoglobin pada perlakuan setelah 3 jam tidak terlalu tinggi dibandingkan dengan rerata nilai normal dan perlakuan 6 jam rerata jumlah hemoglobin masih dalam kategori normal. Hasil penelitian yang menunjukkan perubahan hemoglobin yang relatif tidak signifikan tersebut mengindikasikan bahwa paparan kromium masih dapat ditoleransi tubuh. Hal tersebut juga dapat terjadi karena masa perlakuan yang terlalu pendek karena umumnya paparan kromium akan menunjukkan efek buruk setelah terpapar bertahun-tahun.