

**SKRIPSI**

**GAMBARAN KADAR LOGAM KROMIUM (Cr) dan JUMLAH  
ERITROSIT PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) YANG  
TERPAPAR LOGAM BERAT**



**OLEH:**

**TIARA**

**NIM: 2110262092**

**PROGRAM STUDI**

**SARJANA TERAPAN TEKNOLOGI LABORATORIUM MEDIS**

**FAKULTAS ILMU KESEHATAN UNIVERSITAS PERINTIS INDONESIA**

**PADANG**

**2025**



a) Tempat/Tgl : Lubuk Basung, 19 Oktober 2004; b) Nama Orang Tua (Ayah) Suardi (Ibu) Rosmanida Yeti; c) Program Studi : Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis; d) Fakultas : Ilmu Kesehatan; e) Nim : 2110262092; f) Tgl Lulus : 1 Agustus 2025; g) Predikat Lulus : Dengan Pujian; h) IPK : 3,75; i) Lama Studi : 4 Tahun; j) Alamat : Lubuk Basung, Kab. Agam

**GAMBARAN KADAR LOGAM KROMIUM (Cr) dan JUMLAH ERITROSIT PADA TIKUS PUTIH (*Rattus norvegicus*) YANG TERPAPAR LOGAM BERAT**

**SKRIPSI**

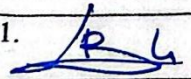
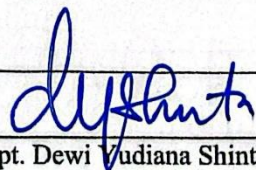
Oleh : Tiara  
Pembimbing 1 : Betti Rosita, M.Si

**ABSTRAK**

Kromium (Cr) dalam bentuk heksavalen (Cr VI) merupakan logam berat toksik dan karsinogenik yang dapat menurunkan jumlah eritrosit serta berpotensi menyebabkan anemia. Penelitian ini bertujuan mengetahui hubungan kadar Cr dengan jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang terpapar logam berat. Desain penelitian menggunakan **post test only control group** dengan enam ekor tikus, terdiri dari kelompok kontrol (2 ekor) dan perlakuan (4 ekor) yang disuntikkan larutan Cr 1.000 mg/L. Kadar Cr diukur dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) dan jumlah eritrosit dengan Hematology Analyzer. Hasil menunjukkan kadar Cr meningkat seiring waktu, sementara jumlah eritrosit menurun. Uji Spearman menunjukkan hubungan negatif signifikan antara kadar Cr dan jumlah eritrosit ( $p = 0,036$ ;  $r = -0,841$ ). Disimpulkan bahwa peningkatan kadar Cr berhubungan dengan penurunan jumlah eritrosit, yang mengindikasikan potensi Cr dalam memicu anemia.

**Kata Kunci:** Kromium (Cr), eritrosit, logam berat, tikus putih (*Rattus norvegicus*), spektrofotometri serapan atom.

Skrripsi ini telah dipertahankan didepan sidang penguji dan dinyatakan LULUS pada 1 Agustus 2025

Tanda Tangan	1. 	2. 
Nama Terang	Betti Rosita, M.Si	Dr.apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si

Mengetahui,

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







a) Place/Date of Birth : Lubuk Basung, October 19, 2004; b) Parents' Names : (Father) Suardi; (Mother) Rosmanida Yeti; c) Study Program : Applied Bachelor of Medical Laboratory Technology; d) Faculty : Faculty of Health Sciences; e) Student ID Number : 2110262092; f) Graduation Date : 1 August 2025; g) Graduation Predicate : With compliments; h) GPA: 3,75; i) Duration of Study: 4 Years; j) Address: Lubuk Basung, Agam Regency

**DESCRIPTION OF CHROMIUM (Cr) METAL LEVELS AND  
NUMBER OF ERYTHROCYTES IN WHITE RATS (*Rattus norvegicus*)  
EXPOSED TO HEAVY METALS**

**THESIS**

By: Tiara

Supervisor 1: Betti Rosita, M.Si

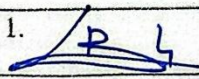
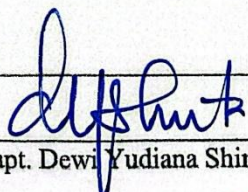
**Abstract**

Chromium (Cr) in hexavalent form (Cr VI) is a toxic and carcinogenic heavy metal that can reduce the number of erythrocytes and potentially cause anemia. This study aims to determine the relationship between Cr levels and the number of erythrocytes in white rats (*Rattus norvegicus*) exposed to heavy metals. The study design used a post-test only control group with six rats, consisting of a control group (2 rats) and a treatment group (4 rats) injected with a 1,000 mg/L Cr solution. Cr levels were measured using Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) and the number of erythrocytes using a Hematology Analyzer. The results showed that Cr levels increased over time, while the number of erythrocytes decreased. The Spearman test showed a significant negative relationship between Cr levels and the number of erythrocytes ( $p = 0.036$ ;  $r = -0.841$ ). It was concluded that increasing Cr levels were associated with a decrease in the number of erythrocytes, indicating the potential of Cr in triggering anemia.

**Keywords:** Chromium (Cr), erythrocytes, heavy metals, white rats (*Rattus norvegicus*), atomic absorption spectrophotometry.

This thesis has been defended before the examination board and was declared

passed on 1 August 2025

Signature	1. 	2. 
Bright Name	Betti Rosita, M.Si	Dr.apt. Dewi Yudiana Shinta, M.Si

Knowing,

Head of Program : Dr.apt Dewi Yudiana Shinta, M.Si



## **BAB I**

### **PENDAHULUAN**

#### **1.1 Latar Belakang**

Kesehatan lingkungan merupakan faktor penting dalam menjaga kualitas hidup manusia. Salah satu ancaman serius terhadap kesehatan lingkungan adalah paparan logam berat, termasuk Kromium (Cr). Sumber utama kontaminasi Cr berasal dari limbah industri seperti pelapisan logam, pengolahan kulit, dan produksi cat atau pigmen. Di lingkungan, Kromium umumnya ditemukan dalam dua bentuk valensi: trivalen ( $\text{Cr}^{3+}$ ) dan heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ).  $\text{Cr}^{6+}$  diketahui 100 kali lebih toksik dibandingkan  $\text{Cr}^{3+}$  karena sifatnya yang lebih larut, lebih mudah masuk ke dalam tubuh, dan lebih reaktif (Muhajjalín et al., 2021).

Kromium adalah zat unik karena penting bagi kesehatan manusia dalam beberapa bentuk, tetapi juga diketahui dapat menyebabkan kanker paru-paru dalam bentuk lain. Logam ini biasanya menempati peringkat kedua setelah benzena sebagai penyebab utama polusi udara beracun. (Muhajjalín et al., 2021). Krom (Cr) diidentifikasi sebagai logam berat yang menjadi perhatian dan merupakan kontaminan lingkungan utama. (Muhajjalín et al., 2021)

$\text{Cr}^{6+}$  dikenal sebagai zat karsinogenik yang dapat menyebabkan kerusakan sistem pernapasan dan sirkulasi, serta berdampak negatif pada sistem hematopoietik. Beberapa studi menyebutkan bahwa paparan Kromium dapat menyebabkan penurunan jumlah eritrosit dan gangguan fungsi sel darah merah (Dyah Wulandari et al., 2021). Kromium masuk ke dalam tubuh melalui

inhalasi, konsumsi, atau kontak kulit, kemudian berinteraksi dengan darah, khususnya eritrosit, yang berperan penting dalam pengangkutan oksigen. Gangguan pada eritrosit dapat menyebabkan anemia dan menurunkan kapasitas oksigenasi jaringan (Islam & Hatono, 2018).

Penelitian oleh Setyaningsih et al. (2021) menunjukkan bahwa kadar Cr dalam urin pekerja industri pelapisan logam bisa mencapai 145,34 µg/L, melebihi batas normal yang ditetapkan dan menunjukkan potensi kerusakan fungsi ginjal. Hal ini menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap Cr dapat menyebabkan akumulasi logam dalam tubuh dan menimbulkan efek toksik sistemik, termasuk terhadap sistem darah.

Paparan jangka panjang terhadap Krom dapat memiliki efek toksik yang serius. Penelitian (Dyah Wulandari et al., 2021) menunjukkan bahwa meskipun senyawa Krom mungkin memiliki kegunaan, paparan kronis dapat memiliki konsekuensi jangka panjang pada sistem hematopoietik yang bertanggung jawab untuk memproduksi sel darah seperti sel darah merah. Selain itu, ada bukti bahwa paparan jangka panjang terhadap Krom meningkatkan kemungkinan berkembangnya kanker bagi mereka yang selalu bekerja di lingkungan semacam itu.

Berdasarkan uraian di atas, penting untuk meneliti dampak paparan Kromium terhadap jumlah eritrosit. Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian dengan judul “Hubungan Kadar Logam Kromium (Cr) dan Jumlah Eritrosit pada Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) yang Terpapar Logam Berat”.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan, permasalahan penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut: Apakah terdapat hubungan antara kadar logam Kromium (Cr) dengan jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang terpapar logam berat?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Tujuan Umum**

Untuk mengidentifikasi pengaruh antara kadar logam kromium (Cr) dan jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat.

### **1.3.2 Tujuan Khusus**

- a. Untuk mengetahui kadar logam Kromium (Cr) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat setelah 3 jam dan 6 jam.
- b. Untuk mengetahui jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat setelah 3 jam dan 6 jam.
- c. Untuk mengetahui gambaran kadar logam Kromium (Cr) dengan jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat setelah 3 jam dan 6 jam.

## **1.4 Manfaat Penelitian**

### **1.4.1 Bagi Peneliti**

Penelitian ini memperluas pemahaman penulis tentang gambaran antara kadar kromium (Cr) serta jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat. Lebih lanjut, penelitian ini memungkinkan

penulis untuk menerapkan pengetahuan Toksikologi Klinis yang diperoleh selama studinya di Departemen Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Perintis Indonesia.

#### **1.4.2 Bagi Institusi Pendidikan**

Penelitian ini berkontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknologi laboratorium medis, khususnya mengenai gambaran antara kadar kromium (Cr) serta jumlah eritrosit pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) yang mengalami keracunan logam berat. Lebih lanjut, hasilnya dapat digunakan sebagai referensi untuk penelitian lebih lanjut.

#### **1.4.3 Bagi Tenaga Laboratorium**

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi petugas laboratorium bidang Toksikologi Klinik mengenai gambaran antara kadar logam Kromium (Cr) dengan jumlah eritrosit dalam konteks laboratorium medis

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 Kadar Cr dalam Darah**

Dalam penelitian ini, sampel darah tikus yang digunakan telah diberikan perlakuan berupa penyuntikan logam Cr ( $K_2Cr_2O_7$ ) dengan konsentrasi 1000 mg/L melalui jalur intraperitoneal. Total sampel yang digunakan berjumlah 6, yang dibagi menjadi dua kelompok, yaitu 2 ekor tikus sebagai kelompok kontrol dan 4 ekor tikus sebagai kelompok perlakuan. Kelompok perlakuan ini kemudian dibagi lagi berdasarkan waktu pengamatan, yakni setelah 3 jam dan 6 jam pasca penyuntikan.

Tikus putih yang digunakan berusia 2 bulan dan memiliki berat antara 180 hingga 200 gram. Pemilihan usia tersebut didasarkan pada karakteristik tikus pada umur tersebut yang telah mencapai kematangan fisiologis, namun belum mengalami proses penuaan. Menurut Fitria & Sarto (2014), tikus Wistar berumur 8 minggu tergolong dewasa, sehingga sesuai untuk dijadikan model dalam penelitian biomedis atau praklinis. Pada tahap usia ini, organ tubuh tikus sudah berkembang dengan baik dan sistem metabolisme berjalan stabil, memungkinkan respons biologis terhadap perlakuan lebih konsisten. Sebaliknya, tikus yang terlalu muda memiliki sistem organ yang belum sempurna, sementara tikus yang terlalu tua mengalami penurunan fungsi organ dan metabolisme. Berat tubuh 180–200 gram dipilih karena ukuran ini ideal untuk memudahkan proses perlakuan seperti penyuntikan dan pengambilan darah, serta mengurangi risiko komplikasi, sesuai dengan standar etika penggunaan hewan laboratorium.



Penyuntikan Cr dilakukan secara intraperitoneal karena metode ini memungkinkan penyerapan logam lebih cepat ke dalam sirkulasi darah, mengingat lapisan peritoneum kaya akan pembuluh darah. Selain itu, jalur ini memungkinkan volume cairan yang lebih besar dibandingkan metode injeksi lain seperti intravena atau intramuskular. Cairan yang disuntikkan juga dapat tersebar secara merata ke berbagai organ internal. Beragam metode paparan Cr memang tersedia, seperti injeksi intraperitoneal (IP), intravena (IV), intramuskular (IM), pemberian oral, dan inhalasi.

Pengambilan sampel darah dilakukan melalui sinus orbital mata, metode yang dianggap paling efektif karena mudah dilakukan, menyebabkan stres minimal pada hewan, dan dapat menghasilkan volume darah yang cukup banyak. Pembuluh darah vena di area mata mempermudah pengambilan darah dan jaringan di sekitarnya memiliki kemampuan regenerasi yang baik, sehingga memungkinkan pengambilan darah secara berulang (Parasuraman, 1985). Darah yang diambil sebanyak 1–2 ml menggunakan pipet hematokrit berheparin (warna merah), kemudian dimasukkan ke dalam tabung EDTA agar tidak mengalami pembekuan.

Setelah pengambilan, sampel darah menjalani proses destruksi untuk memecah ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis. Tujuan destruksi adalah untuk mengubah logam dalam bentuk senyawa menjadi bentuk anorganik atau memisahkannya menjadi unsur-unsur penyusunnya sehingga lebih mudah dianalisis (Kristianingrum, 2012). Dalam penelitian ini digunakan metode destruksi basah karena lebih efisien dibandingkan destruksi kering yang memerlukan waktu lebih lama dan berisiko kehilangan bahan akibat pemanasan

ekstrem. Pelarut yang digunakan adalah asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), yang berfungsi sebagai oksidator.  $\text{HNO}_3$  merupakan pelarut logam yang efektif sehingga Cr dalam sampel dapat teroksidasi dan larut. Proses destruksi dianggap selesai ketika larutan berubah menjadi jernih. Awalnya sampel berwarna coklat keruh, dan setelah proses destruksi, warnanya berubah menjadi kuning jernih. Sampel kemudian didinginkan, disaring, dan dimasukkan ke dalam botol vial untuk dianalisis (Kristianingrum, 2012).

Analisis kadar Cr dilakukan menggunakan instrumen AAS (Atomic Absorption Spectrophotometry) karena metode ini memiliki keunggulan dalam hal selektivitas, sensitivitas, dan spesifisitas terhadap unsur yang dianalisis. AAS memungkinkan pengukuran kadar unsur dalam konsentrasi sangat kecil tanpa perlu tahap pemisahan terlebih dahulu. Selain itu, AAS memiliki keunggulan dalam hal biaya yang relatif murah, sensitivitas tinggi (hingga level ppm–ppb), kemudahan dalam pembuatan larutan standar, serta kecepatan dan kemudahan pelaksanaan analisis (Gandjar & Rohman, 2017).

Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1406/MENKES/SK/XI/2002, ditetapkan bahwa ambang batas normal kadar logam berat seperti kromium (Cr) dalam biomarker tubuh manusia berada pada kisaran tertentu. Untuk individu yang tidak memiliki paparan langsung terhadap logam berat, kadar kromium dalam darah umumnya berkisar antara 0,05 hingga 0,10 mg/L. Rentang ini dapat digunakan sebagai acuan untuk menilai apakah seseorang mengalami paparan kromium secara berlebihan. Berdasarkan hasil penelitian, kadar rata-rata kromium dalam darah tikus pada kelompok kontrol menunjukkan nilai

negatif, yaitu sebesar  $LOD \pm 0,02$  mg/L. Nilai negatif tersebut kemungkinan disebabkan oleh batas deteksi alat atau faktor pengukuran, yang menunjukkan bahwa kadar Cr dalam darah tikus kontrol sangat rendah atau tidak terdeteksi. Sementara itu, pada kelompok perlakuan yang disuntikkan kromium (Cr) dengan konsentrasi 1.000 ppm selama 3 jam, kadar rata-rata kromium dalam darah meningkat menjadi  $0,01 \pm 0,00$  mg/L, nilai 0,01 mg/L pada kelompok perlakuan 3 jam menunjukkan adanya akumulasi Cr dalam darah, meskipun masih tergolong rendah dan belum melewati ambang toksik. Pada kelompok perlakuan dengan durasi penyuntikan yang lebih lama, yaitu 6 jam, kadar rata-rata kromium dalam darah meningkat menjadi  $0,06 \pm 0,02$  mg/L. Meskipun kadar Cr pada kelompok 6 jam masih di bawah ambang toksik yang ditetapkan dalam keputusan menteri kesehatan republik indonesia nomor 1406/MENKES/SK/XI/2002, ditetapkan bahwa ambang batas normal kadar logam berat seperti kromium (Cr) dalam biomarker tubuh manusia berada pada kisaran 0,05 hingga 0,10 mg/L. namun terjadi peningkatan yang signifikan dibandingkan kelompok 3 jam, menunjukkan adanya akumulasi logam seiring waktu paparan.. Kadar Cr dalam darah yang melebihi nilai normal (umumnya  $> 0,10$  mg/L untuk Cr total) khususnya paparan Cr(VI) dapat menimbulkan efek toksik serius, di antaranya:

- Kerusakan ginjal dan hati akibat akumulasi Cr dalam jaringan
- Iritasi saluran pernapasan dan kerusakan paru-paru jika terhirup dalam bentuk partikel
- Reaksi alergi kulit dan dermatitis kontak

- Efek genotoksik dan karsinogenik (Cr(VI) diklasifikasikan sebagai karsinogen oleh IARC)
- Stress oksidatif akibat produksi radikal bebas, yang menyebabkan kerusakan sel dan DNA

Kromium heksavalen (Cr(VI)) dapat dengan mudah masuk ke dalam sel dan direduksi menjadi Cr(III), namun proses ini menghasilkan spesies oksigen reaktif (ROS) yang bersifat merusak. (Palar, 2004)

## **5.2 Jumlah Eritrosit dalam Darah**

Kromium yang masuk ke dalam tubuh akan diserap oleh aliran darah. Selanjutnya, Kromium akan terakumulasi di sumsum tulang dan mengganggu proses hematopoiesis, yaitu mekanisme pembentukan sel-sel darah. Gangguan ini dapat menyebabkan pelepasan sel darah yang belum sepenuhnya matang ke sirkulasi, sehingga lebih rentan mengalami hemolisis. Salah satu jenis sel darah yang dibentuk oleh sumsum tulang adalah eritrosit atau sel darah merah. (O.K et al., 2010).

Sel eritrosit adalah komponen utama dari darah yang berfungsi untuk mengangkut oksigen dari paru-paru ke seluruh tubuh dan mengangkut karbon dioksida dari jaringan tubuh ke paru-paru untuk dikeluarkan. Eritrosit memiliki bentuk khas berupa cakram bikonkaf (cekung di tengah), yang meningkatkan luas permukaannya untuk pertukaran gas. Pemeriksaan eritrosit biasanya menjadi bagian dari Complete Blood Count (CBC) atau Hitung Darah Lengkap (HDL). Pemeriksaan ini termasuk dalam pemeriksaan hematologi, yang bertujuan untuk

menilai status jumlah dan kualitas eritrosit sebagai indikator gangguan darah atau efek toksik suatu zat pada sistem hematopoietik. (Asiva Noor Rachmayani, 2015)

Berdasarkan hasil pemeriksaan jumlah eritrosit, diketahui bahwa pada kelompok kontrol, rerata jumlah eritrosit menunjukkan nilai normal, yaitu sekitar  $7.19 \times 10^6 \pm 0.33$  sel/ $\mu$ L. Nilai ini normal dengan kemungkinan tikus yang sehat, dan tidak mengalami stress maupun cedera.

Pada kelompok perlakuan 3 jam setelah penyuntikan logam kromium (Cr) dengan dosis 1.000 mg/L, rata-rata jumlah eritrosit mengalami penurunan menjadi  $6.30 \times 10^6 \pm 0.57$  sel/ $\mu$ L. Masuknya logam berat ke dalam tubuh, seperti kromium (Cr), dapat mengganggu proses pembentukan sel darah merah (eritropoiesis) secara signifikan. Eritropoiesis yang normal berlangsung di sumsum tulang merah, namun logam berat memiliki sifat toksik yang dapat menekan aktivitas sumsum tulang sehingga produksi eritrosit menurun. (Situmorang et al., 2023)

Sementara itu, pada kelompok perlakuan 6 jam pasca penyuntikan, jumlah eritrosit terlihat semakin menurun, yaitu sebesar  $6.08 \times 10^6 \pm 0.4$  sel/ $\mu$ L. Penurunan ini bisa diakibatkan oleh terganggunya proses eritropoesis di sumsum tulang. Akibatnya, hemoglobin tidak terbentuk dengan sempurna dan menyebabkan eritrosit yang dihasilkan memiliki kualitas rendah atau bersifat disfungsional. Selain itu, logam berat juga dapat merusak membran eritrosit dan memicu hemolisis atau pecahnya sel darah merah sebelum waktunya, yang berujung pada anemia hemolitik. Paparan logam berat juga meningkatkan stres oksidatif dalam tubuh, yang berdampak negatif terhadap sel-sel progenitor eritrosit dan protein penting



lain yang terlibat dalam eritropoiesis. Secara keseluruhan, efek dari logam berat ini menyebabkan penurunan jumlah eritrosit, rendahnya kadar hemoglobin, dan kadang-kadang munculnya eritrosit abnormal sebagai respons kompensasi tubuh terhadap kondisi anemia (Haiti et al., 2021)

Adanya logam berat di dalam tubuh, seperti kromium (Cr) dapat mengganggu eritropoiesis melalui beberapa mekanisme. Salah satunya adalah dengan menginduksi stres oksidatif, yaitu pembentukan radikal bebas yang merusak DNA dan membran sel, termasuk sel progenitor di sumsum tulang yang bertanggung jawab untuk memproduksi eritrosit. Selain itu, Cr dapat menghambat aktivitas enzim penting dalam sintesis hemoglobin dan menurunkan ketersediaan zat besi yang diperlukan dalam pembentukan hemoglobin.

Akumulasi kromium dalam jaringan sumsum tulang juga dapat menekan aktivitas sel-sel pembentuk darah sehingga terjadi penurunan produksi eritrosit. Selain menurunkan produksi, kromium juga dapat meningkatkan laju hemolisis atau penghancuran eritrosit secara prematur, yang menyebabkan jumlah eritrosit dalam sirkulasi menurun lebih cepat dari yang dapat digantikan. Akibat dari kondisi ini, individu atau hewan uji yang terpapar kromium dalam konsentrasi tinggi atau dalam waktu lama dapat mengalami anemia yang ditandai dengan rendahnya jumlah eritrosit dan kadar hemoglobin. Penurunan ini merupakan indikator bahwa kromium memiliki efek hematotoksik dan dapat merusak sistem peredaran darah apabila paparan berlangsung secara terus-menerus.

### 5.3 Gambaran Kadar Kromium dengan Jumlah Eritrosit dalam Darah

Akumulasi kromium di dalam jaringan tubuh, terutama hati, ginjal, paru-paru, dan sumsum tulang, dapat menyebabkan kerusakan struktural dan gangguan fungsi fisiologis. Dalam sistem hematopoietik, kromium dapat menekan aktivitas sel-sel progenitor di sumsum tulang, sehingga mengganggu proses pembentukan sel darah, terutama eritrosit dan leukosit. Stres oksidatif yang ditimbulkan oleh kromium juga dapat memicu apoptosis (kematian sel terprogram) pada sel-sel hematopoietik, serta menurunkan efektivitas sistem imun. Selain itu, kromium yang terakumulasi dapat menginduksi perubahan genetik (mutasi), meningkatkan risiko karsinogenesis, serta menurunkan daya regeneratif jaringan.

Berdasarkan gambaran, hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam Kromium (Cr) pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) mengalami peningkatan seiring dengan lamanya waktu paparan. Pada kelompok kontrol, kadar Cr hampir tidak terdeteksi, sedangkan pada kelompok perlakuan 3 jam kadar Cr mulai meningkat (0,01 mg/L), dan pada 6 jam paparan kadar Cr semakin tinggi (0,06 mg/L). Hal ini sesuai dengan karakteristik logam berat, khususnya Cr, yang dapat terakumulasi dalam tubuh setelah masuk melalui sirkulasi darah.

Sedangkan, jumlah eritrosit mengalami penurunan. Pada kelompok kontrol, jumlah eritrosit masih dalam kisaran normal ( $7,19 \times 10^6/\mu\text{L}$ ). Namun, setelah 3 jam paparan Cr, jumlah eritrosit menurun menjadi  $6,30 \times 10^6/\mu\text{L}$ , dan semakin menurun pada 6 jam paparan menjadi  $6,08 \times 10^6/\mu\text{L}$ . Penurunan jumlah eritrosit ini diduga terjadi akibat efek toksik Cr terhadap sistem hematopoietik.

Logam berat Cr, terutama dalam bentuk heksavalen ( $\text{Cr}^{6+}$ ), diketahui mampu menembus membran eritrosit, menyebabkan stres oksidatif, dan merusak membran sel darah merah sehingga mempercepat proses hemolisis.

Fenomena ini konsisten dengan penelitian Dyah Wulandari et al. (2021), yang melaporkan bahwa paparan Cr dapat menurunkan jumlah eritrosit karena terjadinya kerusakan oksidatif pada membran sel darah merah. Selain itu, penelitian Setyaningsih et al. (2021) juga menemukan bahwa kadar Cr yang tinggi dalam tubuh dapat memengaruhi fungsi ginjal dan sistem peredaran darah, sehingga berdampak pada jumlah eritrosit.

Secara deskriptif, grafik gabungan dalam penelitian ini memperlihatkan pola yang jelas: semakin tinggi kadar Cr dalam darah tikus putih, jumlah eritrosit cenderung menurun. Temuan ini mendukung dugaan bahwa paparan logam Cr berpotensi memicu anemia melalui mekanisme hemolisis eritrosit.

