

Skripsi

**REDUKSI KROM(VI) MENGGUNAKAN KOAGULAN
BESI(II) SULFAT DENGAN MEDIA ASAM NITRAT DAN
APLIKASINYA PADA LIMBAH SIMULASI ELEKTROPLATING**

NUR ALIM

H031171315



DEPARTEMEN KIMIA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS HASANUDDIN

MAKASSAR

2022

**REDUKSI KROM(VI) MENGGUNAKAN KOAGULAN
BESI(II) SULFAT DENGAN MEDIA ASAM NITRAT DAN
APLIKASINYA PADA LIMBAH SIMULASI ELEKTROPLATING**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Departemen Kimia Fakultas
Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin*

Oleh:

NUR ALIM

H031171315



MAKASSAR

2022

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**REDUKSI KROM(VI) MENGGUNAKAN KOAGULAN
BESI(II) SULFAT DENGAN MEDIA ASAM NITRAT DAN
APLIKASINYA PADA LIMBAH SIMULASI ELEKTROPLATING**

Disusun dan diajukan oleh:

**NUR ALIM
H031171315**

**Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sarjana Program Studi
Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas
Hasanuddin
pada tanggal 24 Februari 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan**

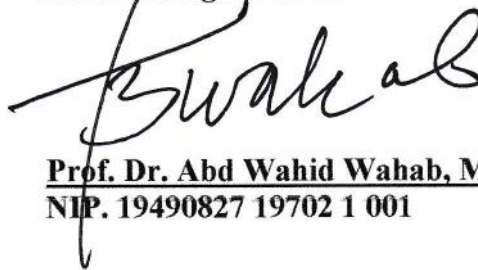
Menyetujui:

Pembimbing Utama



Dr. Djabal Nur Basir, S.Si, M.Si
NIP. 19740319 200801 1 010

Pembimbing Pertama



Prof. Dr. Abd Wahid Wahab, M.Sc
NIP. 19490827 19702 1 001

Ketua Program Studi,



Dr. St. Fauziah, M.Si
NIP. 19720202 199903 2002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nur Alim

NIM : H031171315

Program Studi : Kimia

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi Dengan judul *Reduksi Krom(VI) Menggunakan Koagulan Besi(II) Sulfat dengan Media Asam Nitrat dan Aplikasinya pada Limbah Simulasi Elektroplating* adalah karya sendiri dan tidak melanggar hak cipta lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahawa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Oktober 2022

Yang Menyatakan




NUR ALIM

LEMBAR PERSEMBAHAN

فَاذْكُرُونِي أَذْكُرْكُمْ وَاشْكُرُوا لِي وَلَا تَكْفُرُونِ

Artinya:

Maka ingatlah kepada-Ku, Aku pun akan ingat kepadamu. Bersyukurlah kepada-Ku, dan janganlah kamu ingkar kepada-Ku.”(QS. Al-Baqarah ayat 152)

PRAKATA

Bismillahirrahmanirahim, segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada kehadirat Allah SWT karena atas segala berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir yang berjudul “**Reduksi Krom(VI) Menggunakan Koagulan Besi(II) Sulfat dengan Media Asam Nitrat dan Aplikasinya pada Limbah Simulasi Elektroplating**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Kimia Terpadu, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulis banyak menemui kendala dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan skripsi ini, namun berkat doa, bantuan, motivasi, dan dukungan berbagai pihak hingga akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Dengan segala kerendahan hati, penulis ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua Orang Tua, untuk Ayahanda **Umar Mawi** dan Almarhum Ibunda **Mardewi** yang telah mencintai, mendidik, mendukung, dan selalu mendoakan penulis secara keseluruhan mulai dari penulis dalam kandungan hingga sampai dewasa. Terima kasih yang sebesar-besarnya atas kerja keras dari kedua orang tua yang telah berjerih payah mencari nafkah untuk membiayai pendidikan penulis hingga sampai di bangku perkuliahan, sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang pendidikan perguruan tinggi tanpa kekurangan sesuatu apa pun.

2. Keluarga tercinta, adik **Nur Alam**, terkhusus Kakek **Marzuki**, Nenek **Nurhayati**, Kakek **Mappa**, Nenek **Bondeng**, yang banyak membantu penulis dalam menyelesaikan pendidikan, terima kasih atas kasih sayang, perhatian, motivasi, serta dukungan doanya.
3. Bapak Ketua Departemen Kimia, **Dr. Abdul Karim, M.Si.** dan seluruh dosen yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama menempuh pendidikan.
4. Ayahanda **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si., M.Si.** selaku pembimbing utama dan Ayahanda **Prof. Dr. Abd Wahid Wahab, M.Sc.** selaku pembimbing pertama yang selama ini telah banyak meluangkan waktu, dengan sabar memberikan ilmu, pemikiran, motivasi, serta bimbingan kepada penulis dalam melaksanakan penelitian maupun proses penyelesaian skripsi ini.
5. Ayahanda **Dr. H. Yusafir Hala, M.Si.**, dan Ayahanda **Abdur Rahman Arif, S.Si** selaku tim penguji, atas segala diskusi dan saran yang telah diberikan demi perbaikan skripsi ini.
6. Ibunda **Dr. St. Fauziah, M.Si.**, Almarhum Ayahanda **Dr. Firdaus Zenta, MS**, dan Ayahanda **Dr. Djabal Nur Basir, S.Si., M.Si.** selaku penasehat akademik, yang telah memberikan saran, motivasi, nasehat, dan dukungan selama penulis mengikuti proses perkuliahan di Departemen Kimia.
7. Seluruh **staf Departemen Kimia** dan **Fakultas MIPA** terkhusus kepada **Pak Taufik, Pak Haerul** dan **Kak Rahma** yang senantiasa memberikan bantuan kepada penulis.
8. Seluruh analis laboratorium Departemen Kimia FMIPA Unhas **Pak Sugeng, Bu Tini, Bu Anti, Kak Hana, Bu Linda, Pak Iqbal, Kak Akbar** yang selalu sabar mengarahkan dan membantu penulis, khususnya

Kak Fibyanti yang selalu membimbing dan memotivasi saya selama penelitian serta banyak membantu dan memberikan ilmunya selama kuliah.

9. Teman-teman rekan penelitian **Cicilia Oktafien Sefa, Oxana Arung Rantelangi'**, dan **Abdur Rahman Noval** atas kerja keras, motivasi, dan dukungan sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.
10. **La Ode Ebet, Taufik Hidayat, Hedrianus Layuk Ada', Idul, Muh. Alfiadhi, Yohanes Joseph Deo, Muh. Amrullah, Irza Adiwira, Yosua Tanzil, Andrian Nardus Yoel, Ishar, Rafiqi Barid, Muh. Fathir Hasyim, Sultan, Tri Melinea Ramadhani, Yuyun Sukawati Rusma, Annisa Luthfiyyah, Megawati, Lulu Sri Rahayu, Ramlawati, Nurhaini, Sumiati Hadriani, Nurul Hudah Zakaria, Charmelia Asma Sukmastuty, Yayuk Tri Utami, Indah Suci Ramadhani, Winisty, Indo Esse, Andi Sitti Ru'ah Qolbiah Fafas, Nur Alfiah Mufidha Jamaluddin dan Nur Afifah Zahrah** yang begitu hebat dan selalu menemani serta selalu mengingatkan dalam segala hal sejak perkuliahan hingga sekarang. Terima kasih kalian selalu ada untuk memberikan bantuan, motivasi, dan saran.
11. **Ferry Padli, Jalil Chaly, Alfianzah, Yudhistira Taufiq Hidayat, Zulkifli, Awal Ramdhan, Arson Wardana, Muliono, Sudarmanto Ali Kausar Tufail, Yeyen, Sunardi, Enol Eryan, Ardi, dan Hamzah** yang senantiasa memberi motivasi dan dukungan serta selalu membersamai penulis.

12. **Kak Cimma, Kak Niar, Kak Ikka, Kak Indah**, beserta **Suami-suaminya** yang senantiasa memberikan dukungan kepada penulis.
13. Teman-teman **Analitik Squad 17, BRASA, BBIHP squad, Anugerah Laut Squad, Pappura, Utte' Brother**, dan **Tai Asu Squad** yang selalu mendukung penulis selama ini.
14. Teman-teman seperjuangan **ALIFATIK 2017** dan **KIMIA 2017** yang selalu ada dari awal perkuliahan hingga saat ini. Terima kasih atas kenangan dan pengalaman yang tak terlupakan.
15. Kakak-kakak, adik-adik, Warga dan Alumni **KMK FMIPA Unhas** dan **KM FMIPA Unhas** atas pengalaman dan pelajaran yang tak terlupakan.
16. Teman-teman **KKN Tematik Bone 9 Gelombang 104** yang telah memberi dukungan dan pengalaman kebersamaan selama kkn hingga sekarang bagi penulis.
17. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik **HMI Komisariat MIPA Unhas Cabang Maktim, UKM Pencak Silat Unhas, KM Desa Tellangkere, DPC KEPMI BONE Kec. Tellu Limpoe, PMB UH Latenritatta, SIGI Makassar, MP KOLAT Unhas, Volunteer Kalla Grup**, dan **Samparaja'E** yang senantiasa memberi motivasi dan dukungan serta pengalaman-pengalaman yang tak terlupakan kepada penulis.
18. **Indah** yang selalu membantu penulis dalam semua hal, mulai dari segi finansial, memberikan saran dan masukan serta selalu mengingatkan penulis selama penulis melaksanakan studi hingga sekarang.

19. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung ataupun tidak langsung, yang tidak sempat penulis sebutkan satu per satu di sini. Atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih, semoga Tuhan Yang Maha Esa membalas kebaikan yang berlipat ganda kepada semuanya.

Penulis sadar bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, kritik dan saran yang membangun diperlukan dalam penulisan selanjutnya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat dalam pengembangan wawasan bidang ilmu kimia, Amin.

Makassar, Mei 2022

Penulis

ABSTRAK

Elektroplating merupakan industri pelapisan bahan padat dengan menggunakan lapisan logam. Limbah yang dihasilkan dari industri ini berupa logam berat salah satunya yaitu krom(VI). Krom (VI) merupakan logam yang memiliki toksisitas yang tinggi sehingga sangat berbahaya terhadap lingkungan. Salah satu metode yang digunakan untuk mengurangi toksisitas krom(VI) yaitu direduksi terlebih dahulu menjadi krom(III) menggunakan koagulan besi(II) sulfat (FeSO_4) sebelum di buang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum pada proses reduksi krom(VI) menjadi krom(III) yang kemudian diaplikasikan pada limbah simulasi elektroplating. Parameter yang diteliti adalah konsentrasi asam nitrat, waktu kontak, dosis koagulan dan konsentrasi optimum krom(VI) yang dapat direduksi. Pengukuran konsentrasi krom(VI) yang tidak tereduksi pada semua parameter ditentukan dengan metode Spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 542,5 nm. Hasil penelitian menunjukkan kondisi optimum reduksi krom(VI) dengan menggunakan koagulan FeSO_4 pada media HNO_3 yaitu pada konsentrasi HNO_3 0,05 M dengan waktu kontak 5 menit dan dosis koagulan FeSO_4 0,1 gram. Batas konsentrasi krom(VI) yang dapat direduksi pada kondisi tersebut yaitu 100 mg/L dengan persen penurunan sebesar 99,95%. Aplikasi kondisi optimum tersebut pada sampel limbah simulasi elektroplating diperoleh persen penurunan konsentrasi krom(VI) sebesar 99,95% dengan konsentrasi awal 90 mg/L.

Kata kunci: Krom(VI), elektroplating, koagulasi, limbah, reduksi

ABSTRACT

Electroplating is the process of coating solid materials with a metal layer in industry. One of the heavy metals produced as a result of this industry's is chromium(VI). Chromium(VI) is a metal that has a high toxicity to the environment. One of the methods used to reduce the toxicity of chromium(VI) is to reduce it to chromium(III) using iron(II) sulfate (FeSO_4) as a coagulant before being discharged into the environment. This study aims to determine the optimum conditions for the reduction of chromium(VI) to chromium(III), which will subsequently be applied to electroplating simulation waste. The parameters studied were nitric acid concentration, contact time, coagulant dose, and the optimum concentration of chromium(VI) that can be reduced. Measurement of unreduced chromium(VI) concentration in all parameters was determined by UV-Vis Spectrophotometry method at a maximum wavelength of 542.5 nm. The results showed the optimum conditions for chromium(VI) reduction using FeSO_4 coagulant on HNO_3 media were found at a concentration of 0.05 M HNO_3 with a contact time of 5 minutes and a dose of 0.1 gram FeSO_4 coagulant. Under these conditions, the maximum chromium(VI) concentration that can be lowered is 100 mg/L, with a 99.95% reduction. The application of these optimum conditions to the simulated electroplating waste sample obtained a decrease in the percentage of chromium(VI) concentration of 99.95% with starting concentration of 90 mg/L.

Keywords: Chromium(VI), electroplating, coagulation, waste, reduction

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	xi
ABSTRACT.....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xviii
DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN	xix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian	4
1.3.1 Maksud Penelitian	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Logam Kromium di Lingkungan.....	6
2.2 Efek Krom(VI) Terhadap Kesehatan.....	9
2.3 Peran Koagulasi dalam Reduksi Krom(VI).....	11

2.4 Reaksi Reduksi Oksidasi (Redoks).....	13
2.5 Keunggulan Spektrofotometri UV-Vis dalam Penentuan Krom(VI)	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Bahan Penelitian	17
3.2 Alat Penelitian.....	17
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian.....	17
3.4 Metode Penelitian	17
3.4.1 Pembuatan Larutan	17
3.4.1.1 Pembuatan Larutan Induk Krom(VI) 1000 mg/L	17
3.4.1.2 Pembuatan Larutan Standar Krom(VI) 10 mg/L.	18
3.4.1.3 Pembuatan Reagen 1,5-Difenilkarbazid 0,5%.....	18
3.4.1.4 Pembuatan Deret Larutan Standar Krom(VI) .	18
3.4.1.5 Pembuatan Larutan HNO ₃ 3 M.....	18
3.4.1.6 Pembuatan Larutan Kerja Krom(VI) 100 mg/L dengan Konsentrasi HNO ₃ 0,001; 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; dan 0,3 M.....	18
3.4.1.7 Pembuatan Limbah Simulasi Elektroplating...	19
3.4.2 Optimasi Reduksi Krom(VI)	19
3.4.2.1 Penentuan Konsentrasi Asam Nitrat Optimum	19
3.4.2.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum	21
3.4.2.3 Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO ₄	22
3.4.2.4 Penentuan Konsentrasi Optimum Krom(VI)...	23
3.4.2.5 Aplikasi Kondisi Optimum Pada Pengolahan Limbah Krom(VI).....	23

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum	25
4.2 Penentuan Kurva Kalibrasi Deret Larutan Standar.....	26
4.3 Optimasi Reduksi Krom(VI).....	27
4.3.1 Penentuan Konsentrasi Asam Nitrat Optimum.....	27
4.3.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum	28
4.3.3 Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO ₄	29
4.3.4 Penentuan Konsentrasi Optimum Krom(VI)	31
4.3.5 Aplikasi Kondisi Optimum Pada Pengolahan Limbah Krom(VI).....	32
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	34
5.1 Kesimpulan	34
5.2 Saran	34
DAFTAR PUSTAKA	35
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Dampak dari Paparan Krom(VI).....	11
2. Hasil Pengukuran Panjang Gelombang Maksimum	59
3. Hasil Pengukuran Deret Larutan Standar Krom(VI)	60
4. Data Hasil Penentuan Konsentrasi Asam Nitrat Optimum.....	61
5. Data Hasil Penentuan Waktu Kontak Optimum	62
6. Data Hasil Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO ₄	63
7. Data Hasil Penentuan Konsentrasi Optimum Krom(VI)	64
8. Aplikasi Kondisi Optimum Pada Pengolahan Limbah Simulasi Elektroplating.....	65

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Panjang Gelombang Maksimum.....	25
2. Kurva Kalibrasi Deret Larutan Standar Krom(VI)	26
3. Grafik Hubungan antara Konsentrasi HNO_3 dengan Persen Penurunan Konsentrasi Ion Krom(VI).....	27
4. Grafik Hubungan antara Waktu Kontak dengan Persen Penurunan Konsentrasi Ion Krom(VI).....	28
5. Grafik Hubungan antara Dosis Koagulan FeSO_4 dengan Persen Penurunan Konsentrasi Ion Krom(VI).....	30
6. Grafik Hubungan antara Konsentrasi Krom(VI) dengan Persen Penurunan Konsentrasi Ion Krom(VI).....	31
7. Grafik Pebandingan Konsentrasi Krom(VI) dalam Limbah Simulasi Elektroplating Sebelum dan Sesudah Reduksi.....	33

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian.....	42
2. Bagan Kerja Penelitian.....	43
3. Perhitungan	51
4. Data Penentuan Panjang Gelombang Maksimum.....	59
5. Data Absorbansi Kurva Kalibrasi Deret Larutan Standar.....	60
6. Data Penentuan Konsentrasi Asam Nitrat Optimum	61
7. Data Penentuan Waktu Kontak Optimum.....	62
8. Data Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO ₄	63
9. Data Penentuan Konsentrasi Optimum Krom(VI).....	64
10. Aplikasi Kondisi Optimum Pada Pengolahan Limbah Simulasi Elektroplating.....	65
11. Dokumentasi Penelitian	66

DAFTAR ARTI SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol/Singkatan	Arti
ATSDR	<i>Agency for Toxic Substances and Disease Registry</i>
SNI	Standar Nasional Indonesia
US-EPA	<i>United States Environmental Protection Agency</i>
WHO	<i>World Health Organization</i>

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara dengan potensi alamnya yang sangat kaya sehingga banyak dimanfaatkan pada berbagai bidang. Pemanfaatan sumber daya alam tersebut menyebabkan munculnya berbagai kegiatan industri, seperti pertambangan, metalurgi tekstil, cat, penyamakan kulit, baterai, dan elektroplating (Nasrullah, 2017). Pembangunan industri yang semakin meningkat menyebabkan resiko pencemaran dan perusakan lingkungan hidup, sehingga struktur dan fungsi dasar ekosistem yang menjadi penunjang kehidupan akan rusak (Nursari dkk., 2019).

Perkembangan industri yang pesat menyebabkan semakin banyaknya limbah beracun yang dibuang ke lingkungan, misalnya limbah pada industri elektroplating. Elektroplating merupakan salah satu proses pelapisan bahan padat dengan lapisan logam (Srivastava dkk., 2006). Limbah dari industri ini berupa logam berat yang termasuk dalam jenis limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) salah satunya limbah logam krom (Nurhasni dkk., 2013). Logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam lingkungan dan dapat menghasilkan daya racun yang tinggi meskipun dalam konsentrasi yang kecil pada makhluk hidup (Agustina dkk., 2018). Kandungan senyawa kromium dalam lingkungan yang paling banyak ditemui adalah krom(III) dan krom(VI) (Aziz dkk., 2021).

Logam krom dengan bilang oksidasi +6 (krom(VI)) merupakan bentuk krom yang sangat berbahaya, karena dianggap sangat beracun, karsinogen,

mutagenik, dan teratogenik (Murti dan Sugihartono, 2020). Ion krom dapat menyebabkan kerusakan hati, saluran pernapasan, ginjal, dan kanker paru-paru (Sy dkk., 2016). Berdasarkan hal tersebut, pembuangan limbah yang mengandung krom(VI) mulai dibatasi sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah yang menyatakan limbah krom(VI) harus mengandung kurang dari 0,1 mg/L sebelum dibuang ke lingkungan (Aziz dkk., 2021; Kristianto dkk., 2017).

Toksisitas krom(VI) dalam jumlah sedikit di lingkungan dapat menyebabkan masalah besar bagi lingkungan, berbeda dengan krom(III) yang toksisitasnya relatif tidak toksik, tidak korosif, dan tidak karsinogenik (Kozuh dkk., 2000). Toksisitas krom(VI) 300 kali lebih tinggi dibandingkan dengan krom(III), sehingga krom(VI) harus diolah terlebih dahulu sebelum di buang ke lingkungan (Avesa dkk., 2016). Cara untuk mengurangi toksisitas krom(VI) yaitu dengan direduksi terlebih dahulu menjadi krom(III) sebelum dibuang ke lingkungan (Aminzadeh dkk., 2007; Aziz dkk., 2021). Metode tersebut dapat menyisihkan krom(VI) melalui reaksi reduksi oleh besi(II) sehingga dapat menurunkan kadar krom(VI) menjadi krom(III) (Lee dan Hering, 2003). Proses reduksi krom(VI) menjadi krom (III) melibatkan proses kimia dan fisik pada kromium dan besi (Pan dkk., 2016). Reduktor dengan sumber besi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu koagulan ferro sulfat (FeSO_4) (Chowdhury, 2013; Guan dkk., 2011).

FeSO_4 merupakan senyawa kimia yang berbentuk kristal dengan warna putih kehijauan yang bersifat asam dan sangat mudah larut dalam air. FeSO_4 pada umumnya digunakan sebagai koagulan, namun pada proses ini FeSO_4 bertindak

sebagai pereduksi. Koagulan FeSO_4 digunakan karena mudah diperoleh di pasaran dan harganya yang relatif murah, serta telah banyak digunakan dalam berbagai industri (Hariani dkk., 2009). Berdasarkan hal tersebut maka koagulan FeSO_4 cocok digunakan untuk pengolahan limbah yang mengandung Cr(VI) . Proses reduksi krom(VI) menjadi krom(III) dengan menggunakan koagulan FeSO_4 yaitu melalui oksidasi besi(II) menjadi besi(III). Besi(III) dapat bereaksi dengan air membentuk besi hidroksida yang memiliki luas permukaan yang dapat digunakan sebagai bahan penyerap kromium (Dominguez, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Hariani dkk (2009) tentang penurunan konsentrasi krom(VI) dengan koagulan FeSO_4 dengan menggunakan variasi pH, konsentrasi koagulan, dan waktu kontak optimum diperoleh hasil kondisi penurunan ion krom(VI) pada pH 8, konsentrasi koagulan 140 mg/L, dan waktu kontak 60 menit. Adapun penurunan ion krom(VI) adalah 100% dengan konsentrasi awal ion krom(VI) adalah 20 mg/L.

Reduksi Cr(VI) dengan koagulan FeSO_4 baik dalam kondisi asam (Sevim dan Demir, 2008), oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan asam nitrat (HNO_3) sebagai media reduksi Cr(VI) dengan harapan efektivitas penurunan Cr(VI) menjadi Cr(III) tidak berbeda signifikan dengan penggunaan asam sulfat dan asam klorida yang telah digunakan pada penelitian sebelumnya. Adapun pemilihan HNO_3 sebagai media yaitu untuk melihat perbedaan penggunaan asam lain dalam proses pengolahan limbah Cr(VI) .

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat. Adapun parameter optimum yang akan diteliti, adalah meliputi konsentrasi asam nitrat,

waktu, dosis koagulan besi(II) sulfat, konsentrasi krom(VI), dan aplikasinya dalam pengelolaan limbah simulasi elektroplating.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapakah konsentrasi optimum asam nitrat sebagai media pada reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat?
2. berapakah waktu optimum reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat?
3. berapakah penambahan dosis optimum koagulan besi(II) sulfat pada reduksi krom(VI) dengan media asam nitrat?
4. berapakah konsentrasi optimum krom(VI) yang dapat direduksi oleh koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat?
5. berapakah kadar krom(VI) pada limbah simulasi elektroplating yang dapat direduksi oleh koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah untuk mengetahui dan mempelajari reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat, serta aplikasinya dalam pengolahan limbah simulasi elektroplating.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan konsentrasi optimum asam nitrat sebagai media pada reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat.

2. menentukan waktu optimum reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat.
3. menentukan penambahan dosis optimum koagulan besi(II) sulfat pada reduksi krom(VI) dengan media asam nitrat.
4. menentukan konsentrasi optimum krom(VI) yang dapat direduksi oleh koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat.
5. menentukan kadar krom(VI) pada limbah simulasi elektroplating yang dapat direduksi oleh koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai kondisi optimum pada proses reduksi krom(VI) menggunakan koagulan besi(II) sulfat dengan media asam nitrat, serta diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengolahan limbah yang mengandung krom(VI).

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah Logam Kromium di Lingkungan

Logam berat adalah istilah yang mengacu pada elemen logam apa pun yang memiliki kepadatan relatif tinggi dan bersifat toksik atau beracun bahkan pada konsentrasi rendah. Logam berat juga dapat diartikan sebagai kelompok logam dan metaloid dengan massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 atau 5 kali lebih besar dari massa jenis air (Duruibe dkk., 2007). Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak, atau dapat ditempa (*malleability*), bersifat dapat mengalir (*ductility*), mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi. Beberapa macam logam berat sangat beracun terhadap tumbuhan, hewan, dan manusia. Toksisitas dari logam berat bergantung pada jenis, kadar, efek sinergis-antagonis, dan bentuk fisika-kimianya (Connell dan Miller, 2006). Keberadaan logam berat di lingkungan sangat berpengaruh pada makhluk hidup, salah satunya yaitu logam kromium yang memiliki toksisitas yang sangat tinggi sehingga sangat berbahaya bagi makhluk hidup (Susantoro dan Andayani, 2019; Adhani dan Husaini, 2017).

Kata kromium berasal dari bahasa Yunani (*Chroma*) yang berarti warna, dalam struktur kimia dilambangkan dengan simbol “Cr”, sebagai salah satu unsur logam berat, kromium mempunyai nomor atom 24 dan berat atom 51,996, memiliki titik leleh 1875°C dan titik lebur 2665°C . Ion krom pertama kali ditemukan oleh Vagueine pada tahun 1797. Satu tahun setelah unsur ini ditemukan, diperoleh cara untuk mendapatkan ion krom di alam (ASTDR, 2012; Asmadi dkk, 2009).

Logam kromium berdasarkan sifatnya mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Krom(II) akan membentuk senyawa yang bersifat basa, krom(III) membentuk senyawa yang bersifat amfoter, sedangkan krom(VI) bersifat asam. Pada keadaan asam ion kromat (CrO_4^{2-}) dapat menimbulkan peristiwa reduksi yang sangat kuat (ATSDR, 2012). Menurut Asmadi dkk (2019), berdasarkan bilangan oksidasinya sifat-sifat kromium dibedakan menjadi tiga, yaitu:

1. Krom(II)

Logam kromium biasanya larut dalam asam klorida atau asam sulfat yang membentuk larutan $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{2+}$ dengan warna larutan biru langit. Pada larutan air, ion krom(II) merupakan reduktor yang kuat dan mudah dioksidasi di udara menjadi senyawa krom(III). Ion krom(II) dapat juga bereaksi dengan H^+ dan dengan air jika terdapat katalis berupa serbuk logam.

2. Krom(III)

Krom(III) adalah ion yang paling stabil diantara kation logam transisi yang mempunyai bilangan oksidasi +3. Kompleks krom(III) umumnya berwarna hijau dan dapat berupa kompleks anion atau kation. Larutan yang mengandung $(\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6)^{+3}$ berwarna ungu, jika dipanaskan akan berubah warna menjadi hijau.

3. Krom(VI)

Kromium trioksida (CrO_3) bersifat asam sehingga dapat bereaksi dengan basa membentuk kromat, kemudian jika larutan ion kromat diasamkan akan dihasilkan ion dikromat yang berwarna jingga. Pada larutan asam, ion kromat atau ion dikromat adalah oksidator kuat.

Logam kromium yang masuk ke lingkungan dapat berasal dari berbagai sumber, tetapi sumber umum yang diduga paling banyak berpengaruh adalah

berasal dari aktivitas industri, pertambangan, kegiatan rumah tangga, serta zat sisa pembakaran (Palar, 2008). Industri yang didukung oleh kemajuan teknologi rekayasa menyebabkan banyak permintaan terhadap kebutuhan material yang mempunyai sifat khusus, baik pada industri skala besar maupun skala kecil. Salah satu sifat yang dibutuhkan adalah umur pakai material. Pada umumnya, kerusakan komponen berawal dari bagian permukaan yang disebabkan oleh faktor-faktor eksternal seperti beban, temperatur tinggi, gesekan, korosifitas, dan oksidasi. Untuk mencegah timbulnya kerugian tersebut diperlukan suatu perlakuan terhadap permukaan material (*surface treatment*), salah satunya adalah pelapisan logam dengan metode elektroplating yang mengandung banyak logam berat terutama Krom(VI) (Nurhasni dkk., 2013).

Elektroplating adalah proses elektrolisis untuk membuat lapisan logam pada substrat (spesimen) untuk meningkatkan penampilan atau sifat dari komponen (Ady dan Sulistyono, 2017). Pelapisan logam tersebut memberikan sifat tertentu pada suatu permukaan benda kerja, perbaikan pada struktur mikro dan ketahanannya, serta perbaikan sifat fisik logam tersebut (Niam dkk., 2017). Seiring dengan berkembangnya teknologi, teknik pelapisan logam pun ikut berkembang dalam proses pemisahan kontak langsung antara logam dan lingkungan sehingga tidak terjadi korosi serta memperoleh sifat-sifat lain yang diharapkan dari logam tersebut. Sifat-sifat tersebut diantaranya; tampak rupa (*appearance*), daya tahan gores atau aus (*abrasion resistance*), harga/nilai (*value*), mampu solder (*solderability*), daya kontak listrik (*electrical contact resistance*), dan mampu pantul atau bias cahaya (*reflectivity*) (Azhar, 1999).

Elektroplating terdiri dari beberapa tahapan, secara umum yaitu persiapan bahan yang akan dilapisi, pelapisan, dan penyelesaian akhir. Krom merupakan

salah satu jenis elektroplating dekoratif dan protektif, yang biasa dikenal dengan nama plating krom/verkrum (Santoso dan Syamsa, 2007). Plating krom memiliki kegunaan yang besar karena memiliki sifat fisik yang menguntungkan, seperti tahan aus, keras, tahan korosi, dan biasa dipakai dalam elektroforming (Rasyad dan Arto, 2018). Elektroplating dimanfaatkan dalam industri elektronika, konstruksi pabrik, peralatan rumah tangga, otomotif, dan lain-lain. Selain memberikan manfaat yang besar, elektroplating juga menimbulkan dampak negatif yang berasal dari limbah yang dihasilkan. Limbah dari proses elektroplating merupakan limbah logam berat yang termasuk dalam limbah B3 (Bahan Beracun Berbahaya) (Purwanto dan Syamsul, 2005). Sehingga limbah hasil elektroplating tersebut perlu diolah terlebih dahulu agar dapat diminimalisir dampaknya terhadap lingkungan (Yudhistira dkk., 2018).

2.2 Efek Kromium Heksavalen Terhadap Kesehatan

Logam kromium memiliki sifat tidak mudah terurai di alam, sehingga logam kromium hanya terdapat dalam dua bentuk, yaitu krom(III) dan krom(VI) (Agustina dkk., 2017). Krom(VI) bersifat karsinogenik sedangkan krom(III) tidak, hal ini disebabkan karena sifat krom(III) yang berdaya larut dan mobilitas tinggi di lingkungan (Rahman dkk., 2007). Krom(III) dapat berasal dari limbah industri tekstil, kulit, dan baja, sedangkan krom(VI) merupakan hasil emisi domestik serta dari limbah proses industri berat, seperti yang berasal dari industri metalurgi, elektroplating, refraktori, dan aplikasi pigmen (pigmen warna kromat dan inhibitor korosi) (Agustina dkk., 2017; Dittert dkk., 2014).

Krom(VI) merupakan salah satu logam berat paling beracun di lingkungan, karena hanya dalam konsentrasi kecil dapat menghasilkan tingkat

keracunan yang tinggi pada makhluk hidup (Agustina, 2018). Krom(VI) memiliki efek berbahaya pada organisme, tidak dapat terurai dan menyebabkan kanker, serta ditemukan sebagai kontaminan lingkungan di tanah, permukaan, dan air tanah (Farooqi dkk., 2020). Senyawa krom(VI) yang dibuang ke lingkungan dan masuk ke dalam tubuh makhluk hidup maka akan sangat berbahaya, sehingga penting untuk mengelola limbah tersebut (Agustina, 2018).

Krom(VI) memiliki dua bentuk oksidasi-anion utama yaitu CrO_4^{2-} dan CrO_7^{2-} . Pada saat memasuki sel, krom(VI) mudah tereduksi menjadi bentuk trivalennya dan kompleks dengan makromolekul intraseluler bahkan dengan materi genetik. Sifat permeabilitas dan biotransformasi yang dimiliki krom(VI) merupakan penyebab dari toksisitas dan aktivitas mutageniknya (Bakshia dan Panigrahib, 2018). Akumulasi krom di dalam tubuh manusia dapat mengakibatkan kerusakan dalam sistem organ tubuh manusia. IARC (*International Agency for Research on Cancer*), DHHS (*Department of Health and Human Services*), dan EPA (*Environmental Protection Agency*) menetapkan bahwa krom(VI) bersifat karsinogen bagi manusia. Selain itu senyawa krom(VI) dimasukkan ke dalam daftar prioritas zat berbahaya oleh *Agency of Toxic Substances and Diseases Registry* (ATSDR). Akumulasi krom(VI) pada dosis 0,57 mg/kg per hari dapat menyebabkan kerusakan pada hati, sedangkan akumulasi krom(VI) dalam dosis 7,5 mg/L pada manusia menyebabkan toksisitas akut berupa kematian (ATSDR, 2008). Krom(VI) juga memiliki kapasitas oksidatif yang kuat, dimana keadaan ini berkaitan erat dengan toksisitasnya yang dapat menyebabkan kematian sel (Saha dkk., 2011). Sifat karsinogenik dari krom(VI) disebabkan oleh sifat krom(VI) yang dapat bereaksi dengan protein dan DNA, sehingga dapat mengakibatkan suatu mutasi (Sun dkk., 2015). Hasil yang diperoleh dari berbagai penelitian *in*

vitro dan *in vivo* telah menunjukkan bahwa senyawa kromat dapat menyebabkan kerusakan DNA dalam berbagai cara dan menyebabkan pembentukan *adduct* DNA, penyimpangan kromosom, pertukaran kromatit, perubahan dalam replikasi dan transkripsi dari DNA (O'Brien dkk., 2001). Selain menembus DNA, krom(VI) juga dapat menembus membran sel darah dengan cepat, kemudian berikatan dengan globin yang ada pada hemoglobin (Wahyuni dkk., 2004). Krom(VI) menjadi karsinogen golongan 1 yang diklasifikasikan dengan mekanisme kompleks multipel yang menjadi pemicu perkembangan kanker (DesMarias dan Costa, 2019). Selain itu krom(VI) juga diklasifikasikan sebagai polutan prioritas oleh *World Health Organization* (WHO), Komisi Eropa, dan *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) (Katsoyiannis dkk., 2020).

Menurut Assem dan Zhu (2007), penyakit dan kerusakan terhadap tubuh manusia yang disebabkan oleh krom(VI) pada dosis tertentu, hal ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dampak dari paparan krom(VI) (Assem dan Zhu, 2007)

Dosis (mg/L)	Media	Dampak
35	Pernapasan	Asma
20		Diare
20		Leukositosis
20	Pencernaan	Muntah-muntah
7,5		Kerusakan liver
7,5		Kerusakan ginjal

2.3 Peran Koagulasi dalam Reduksi Krom(VI)

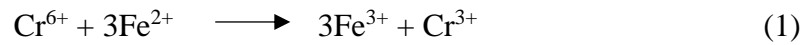
Koagulasi merupakan peristiwa koloid dengan terjadinya netralisasi muatan partikel dan agregasi partikel yang tidak stabil terjadi selama proses

flokulasi (Anthlmi dkk., 2001; Cabane dkk., 2002; Choi dan Dempsey, 2004). Pada proses koagulasi terjadi destabilisasi muatan koloid padatan tersuspensi termasuk bakteri dan virus, dengan suatu koagulan (Risdianto, 2007). Tujuan utama koagulasi adalah pencampuran koagulan secara lebih merata atau homogen sehingga terbentuk flok (flok adalah gumpalan lumpur yang dihasilkan dalam proses koagulasi-flokulasi) (Mujariah dkk., 2016). Proses yang terjadi dalam koagulasi yaitu partikel koloid didestabilisasi dengan menetralkan gaya berlawanan yang membuat partikel terpisah, kemudian partikel bergabung untuk membentuk partikel yang lebih besar dengan cara mencampurkan larutan dengan cepat sehingga zat koagulan dapat tersebar sepenuhnya (Shakoor dkk., 2017).

Keefektifan proses koagulasi dipengaruhi oleh jenis koagulan, konsentrasi, pH larutan dan kekuatan ion dari koagulan. Koagulan yang digunakan dalam proses pengolahan limbah dapat berupa koagulan alami atau koagulan sintetis (bahan kimia) (Hariani dkk., 2009). Proses koagulasi partikel koloid yang menggunakan bahan kimia, seperti penggunaan aluminium sulfat, fero sulfat, besi klorida, aluminium klorida, dan lain-lain (Arimi dkk., 2015). Penentuan jenis koagulan dan dosis koagulan yang efektif dalam menurunkan kadar Cr(VI) telah diteliti sebelumnya oleh Romadhon dan Sunarto (2017) membandingkan koagulan besi(II) sulfat, PAC, dan aluminim sulfat pada pH optimum masing-masing koagulan dan diperoleh koagulan dengan efektivitas tertinggi adalah besi(II) sulfat sebesar 99,4%.

Besi(II) sulfat (FeSO_4) disebut juga fero sulfat atau *copper ash* merupakan senyawa kimia berbentuk kristal putih kehijauan dan sangat mudah larut dalam air serta bersifat asam. Selain berperan sebagai koagulan, FeSO_4 juga berperan

mereduksi ion Cr(VI) menjadi Cr(III), dan ion krom yang telah tereduksi akan terendapkan. Reaksi yang terjadi pada proses ini adalah sebagai berikut (Hariani dkk., 2009):



Penggunaan koagulan besi(II) sulfat (FeSO_4) sebagai zat pereduksi seperti pada proses reduksi krom(VI) menjadi krom(III), dimana reaksi reduksinya yaitu (Magistri dan Arcangelo, 2008):



2.4 Reaksi Reduksi Oksidasi (Redoks)

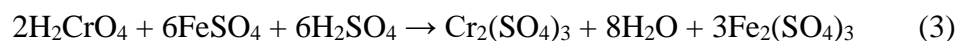
Reaksi reduksi (reduksi-oksidasi) adalah reaksi dimana dalam reaksi ini energi yang dilepas oleh reaksi spontan diubah menjadi listrik atau di mana energi listrik digunakan agar reaksi yang tidak spontan bisa terjadi. Reaksi oksidasi-reduksi atau biasa disebut redoks adalah reaksi transfer elektron yang banyak berperan dalam kehidupan sehari-hari, seperti pembakaran bahan bakar minyak bumi, kerja cairan pemutih yang digunakan dalam rumah tangga dan lain-lain (Chang, 2013). Oksidasi merupakan penangkapan oksigen oleh suatu zat atau suatu unsur yang akan membentuk suatu oksida. Reduksi merupakan pelepasan oksigen oleh suatu zat atau suatu unsur dalam reaksi redoks. Oksidasi merupakan proses pelepasan elektron oleh suatu zat atau senyawa, sedangkan reduksi adalah proses penangkapan elektron oleh suatu zat atau senyawa (Bukhari, 2017).

Redoks diaplikasikan salah satunya yaitu dalam penanggulangan limbah krom(VI) yang kemudian di reduksi menjadi krom(III) untuk membentuk hidroksida padat agar tidak mencemari lingkungan (Esmaeili dkk., 2015). Proses reduksi krom(VI) menjadi krom(III) harus menggunakan reduktor yang sesuai

misalnya SO₂ atau FeSO₄ agar dapat dilakukan pengendapan. Besi(II) sulfat telah dilaporkan sebagai agen pereduksi yang efisien untuk pengurangan dan penghilangan krom(VI) dari berbagai lingkungan (Silva, 2018).

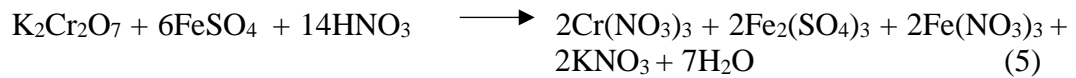
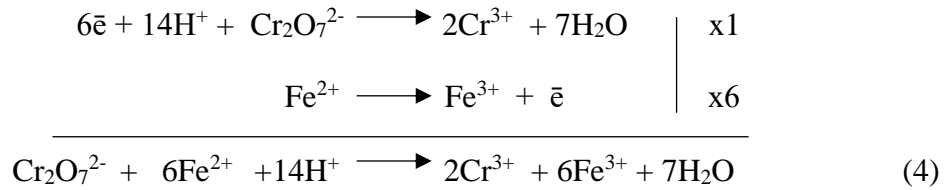
Krom(VI) dapat direduksi menjadi krom(III) dengan menggunakan besi(II) sulfat, besi dalam bahan organik terlarut (Fe-DOM), dan besi(II) yang memungkinkan terjadinya pengendapan (Cr_xFe_{1-x})(OH)₃. Secara kimiawi sudah pasti bahwa besi(II) dapat mereduksi krom(VI) menjadi krom(III) (Bishop dkk., 2019). Besi(II) bereaksi dengan krom(VI) dan mendorong reduksi menjadi krom(III), sedangkan besi(II) dioksidasi menjadi besi(III), membentuk partikel besi hidroksida yang tidak larut [Fe(OH)₃]. Krom(III) dapat mengendap dengan baik dalam bentuk hidroksida atau sebagai oksida campuran krom(III)-besi(III) (Katsoyiannis dkk., 2020).

Reduksi krom(VI) dalam limbah krom cair menjadi logam krom(III) menggunakan larutan besi(II) sulfat dilakukan dalam suasana asam. Setelah terbentuk logam krom(III), maka logam krom dalam suasana basa mudah mengendap dan secara umum tahapan proses tersebut dapat digambarkan dengan reaksi sebagai berikut (Prayitno dkk., 2005):



Logam krom terutama krom(III) dalam limbah dapat terkoagulasi optimal sebagai Cr(OH)₃ pada pH 8,0 - 10,0 dengan memvariasikan konsentrasi larutan besi(II) sulfat, akan diperoleh hasil samping dengan kandungan krom(VI) dan krom(III) yang sangat sedikit, sehingga limbah tersebut dapat didispersi ke lingkungan (Prayitno dkk., 2005).

Reaksi $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ dengan ion Fe(II) dalam asam adalah sebagai berikut (Sevim dan Demir, 2008):



Jika spesi Cr(VI) sebagai CrO_4^{2-} maka reaksi reduksinya sebagai berikut (Moncekova dkk., 2016):



2.5 Penentuan Krom(VI) Menggunakan Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis kuantitatif yang berkaitan dengan penyerapan dekat UV (180-390 nm) atau radiasi tampak (390-780 nm) oleh spesies kimia dalam larutan. Serapan cahaya UV-Vis mengakibatkan transisi elektronik, yaitu keadaan promosi elektron-elektron dari orbital keadaan dasar dengan energi rendah ke orbital keadaan tereksitasi dengan energi lebih rendah. Selain itu, ada berbagai jenis warna cahaya tampak dan warna komplementer dari larutan dan setiap larutan tersebut akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu tergantung pada senyawa atau warna yang terbentuk (Worsfold, 2005). Metode dengan menggunakan spektrofotometri harus mempertimbangkan beberapa aspek seperti, jumlah bahan yang akan digunakan, reaksi senyawa kompleks yang terbentuk, senyawa pereduksi, larutan buffer, kompleks yang terbentuk, larutan standar, dan pemilihan panjang gelombang (Underwood, 2002).

Metode spektrofotometri dapat digunakan untuk penentuan kromium menggunakan reagen tertentu kromium dianalisis berdasarkan kemampuan ion kromium membentuk kompleks dengan reagen kromogenik (Wiryan dkk., 2018; Ashley dkk., 2003). Metode yang paling umum untuk menentukan krom(VI) dalam larutan berair menggunakan reagen kromogenik adalah berdasarkan reaksi *difenil karbazida* (DPC) dengan krom(VI) pada pH 1 (Andruch dkk., 2003; Pressman dan Aladstadt, 2003; Scindia dkk., 2004). Pembentukan senyawa kompleks berwarna merah-ungu dengan *1,5-diphenylcarbazide* dalam kondisi asam, yang dapat dideteksi secara spektrofotometri pada panjang gelombang 540 nm. Selain itu, terdapat beberapa kondisi seperti suhu atau jumlah reagen dan asam harus dijaga tetap konstan untuk memperoleh hasil yang baik (Ashley dkk., 2003). *1,5-diphenylcarbazide* hanya dapat digunakan dalam analisis pada krom(VI), namun tidak dapat digunakan dalam krom(III). Hal ini dikarenakan analisis pada krom(III) cukup jarang dilakukan karena proses reaksi yang lambat antara krom(III) dan reagen kromogenik. Konsentrasi krom(III) dapat dihitung dengan mengurangi konsentrasi total kromium dengan konsentrasi krom(VI) (Wiryan dkk., 2018).