

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa reduksi Cr(VI) menggunakan koagulan FeSO<sub>4</sub> dengan media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> berlangsung optimum pada konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M, waktu kontak 5 menit, dan penambahan dosis koagulan sebesar 0,1 gram. Konsentrasi optimum Cr(VI) yang dapat direduksi oleh koagulan FeSO<sub>4</sub> dengan media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> yaitu 100 mg/L. Aplikasi kondisi optimum proses reduksi Cr(VI) menggunakan koagulan FeSO<sub>4</sub> dengan media H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada limbah simulasi elektroplating menunjukkan persen penurunan kadar Cr(VI) mencapai 99,95%.

#### **5.2 Saran**

Penelitian ini masih membutuhkan pengembangan dan penelitian lanjutan dalam hal variasi kecepatan pengadukan maupun suhu optimum, serta Cr(III) perlu diendapkan lewat proses flokulasi. Selain itu dapat dilakukan juga pengaplikasian pada limbah elektroplating sesungguhnya untuk mengetahui pengaruh komponen-komponen lainnya pada limbah tersebut terhadap reduksi Cr(VI).

## DAFTAR PUSTAKA

- Adhani, R. dan Husaini, 2017, *Logam Berat Sekitar Manusia*, Lambung Mangkurat University Press, Banjarmasin.
- Andini, A., 2017, Analisa Kadar Kromium VI (Cr (VI)) Air di Kecamatan Tanggulangin, Sidoarjo, *Jurnal SainHealth*, **1**(2):55-58.
- Agustina, T. E., Faizal, M., Aprianti, T., Teguh, D., Rif'at, A. M., Putra, I. G., Prayesi, M. R., dan Fitrializa, U., 2018, Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium Heksavalen Menggunakan Reagen Fenton dan Adsorben Keramik Zeolit, *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, **13**(1): 60-69.
- Akoto, O., Bruce, T. N., dan Darkol, G., 2008, Heavy Metals Pollution Profiles in Streams Serving the Owabi Reservoir, *African Journal of Environmental Science and Technology*, **2**(11): 354-359.
- ATSDR, 2012, *Toxicological Profile for Chromium*, Departement of Health and Human Services, USA.
- Azhar, A. S., 1999, *Pelapisan Logam*, Balai Besar Pengembangan Industri Logam dan Mesin, Jakarta.
- Chandrasekar, R., Muralidharan, C. G. R., dan Mandal, A., 2014, *Possibilities of Hexavalent Chromium Generation and Plausible Preventive and Corrective Measures*, In A Project Report on Chromed Tanned Leather at Super Tanned LTD JAJMAU, KANPUR, report no 33, University Institute of Engineering and Technology CSJMU, Kanp.
- Chang, R., 2010, *Chemistry 10<sup>th</sup> Edition*, McGraw-Hill Companies, New York.
- Chang, R., 2013, *Kimia Dasar Konsep-konsep Inti*, Erlangga, Jakarta.
- Darmono, 2001, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*, UI-Press, Jakarta.
- DesMarias, T. dan Costa, M., 2019, Mechanisms of Chromium-Induced Toxicity, *Curret Opinion In Toxicology 2019*, **14**:1-7.
- Duffy, G., Maguire, I., Heery, B., Gers, P., Ducree. J., dan Regan, F., 2018, ChromiSense: A Colourimetric Laob-on-a-disc Sensor for Chromium Speciation in Water, *Talanta*, **178**, 392-399.
- Duruibe, J. O., Ogwuegbu, M. O. O., dan Ekwurugwu, J. N., 2007, *Heavy Metal Pollution and Human Biotoxic Effect*, *International Journal of Physical Sciences*, **2**(5): 112- 118.

- EPA (Environmental Protection Agency), 2002, *Water Treatment Manuals: Coagulations, Flocculation & Clarification*, EPA, Ireland.
- Ernawati, 2010, *Kerang bulu (Anadara Inflata) Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) di Muara Sungai Asahan*, Thesis (Tidak dipublikasi), Universitas Sumatera Utara, Sumatera.
- Fatimah, S. N., 2009, *Kinetika Pengendapan Krom dari Limbah Cair Penyamakan Kulit dengan Soda Kaustik (NaOH)*, Tesis, Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Fuck, W. F., Gutterres, M., Mardilo, N. R., dan Bordington, S., 2011, The Influence of Chromium Supplied by Tanning and Wet Finishing Processes on The Formation of Cr (VI) in Leather, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, **28**(2): 221-228.
- Gebbie, P., 2005, *A Dummy's Guide to Coagulants*, 68<sup>th</sup> Annual Water Industry Engineers and Operators, Confrence Achweppws Centre, Bendigo.
- Gelyaman, G. D., 2018, Faktor-Faktor yang Memengaruhi Bioavailabilitas Vesi bagi Tumbuhan, *Jurnal Saintek Lahan Kering*, **1**(1):14-16.
- Hao, P., Yumeng, L., Qinzhe, C., Qian, S., Jhiancheng, S., dan Jing, G., 2019, Efficient Removal of Hexavalent Chromium from Wastewater with Electro-Reduction, *Processes Article*, **7**(41): 1-12.
- Hariani, P. L., Hidayati, N., dan Oktaria, M., 2009, Penurunan Konsentrasi Cr(VI) dalam Air dengan Koagulan FeSO<sub>4</sub>, *Jurnal Penelitian Sains*, **12**(2): 1-4.
- Howe, K. J., Hand, W., David, Jhon, C., Rhodes, R., dan George, T., 2012, *Principle of Water Treatment*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, New Jersey.
- Igwe, J. C. dan Abia, A. A., 2006, A Bioseparation Process for Removing Heavy Metals from Waste Water Using Biosorbents, *African Journal of Biotechnology*, **5**(12): 1167-1179.
- Jaishankar, M., Mathew, B. B., Shah, M. S., dan Gowda, K. R. S., 2014, Biosorption of Few Heavy Metal Ions Using Agricultural Waste, *Journal of Environment Pollution and Human Health*, **2**(1): 1-6.
- Jalauddin, M.N. dan Ambeng, 2005, Analisis Logam Berat (Pb, Cd, dan Cr) pada Kerang Laut (*Hitula chinensis*, *Ananda granosa*, dan *Marcia optima*), *Jurnal Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin*, **6**(2):1411-2132.
- Jobby, R., Jha, P., Yadav, A. K., dan Desai, N., 2018, Biosorption and Biotransformation of Hexavalent Chromium (Cr (VI)): a Comprehensive Review, *Chemosphere*, **207**: 255-266.

- Kamran, A., Kaushik, A., dan Kiran, B., 2007, Biosorption of Cr (VI) by Immobilized Biomass of Two Indigineous Strains of Cyanobacteria Isolated from Contaminated Soil, *Journal of Hazardous Material*, **148**: 383-386.
- Karamah, E. F. dan Kostiano, F. G., 2014, Perbandingan Pralakuan Koagulasi dengan Menggunakan  $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$  dan  $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18\text{H}_2\text{O}$  Terhadap Kinerja Membran Mikrofiltrasi *Polypropilene Hollow Fiber*, *Dasar-dasar Teknik Kimia*, ISSN 1410-9891.
- Khairani, N., 2007, Penentuan Kandungan Unsur Krom dalam Limbah Tekstil dengan Metode Analisis Pengaktifan Neutron, *Berkala Fisika*, **10**(1): 35-43.
- Kozuh, N., Stupar, J., dan Gorenc, B., 2000, Reduction and Oxidation Processes of Chromium in Soil, *Environ. Sci. Technol.*, **34**(1):112-119.
- Kurniawati, S., Nurjazuli, dan Raharjo, M., 2017, Risiko Kesehatan Lingkungan Pencemaran Logam Berat Kromium Heksavalen (Cr VI) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Aliran Sungai Garang Kota Semarang, *Higiene*, **3**(3): 152-160.
- Manning, B. A., Kiser, J. R., Kwon, H., dan Kanel, S. R., 2007, Spectroscopic Investigation of Cr (III) and Cr (VI) Treated Nanoscale Zerovalent Iron, *Journal Environmental Science and Technology*, **41**(2): 586-592.
- Martin, S. dan Griswold, W., 2009, Human Health Effects of Heavy Metals, *Environmental Science and Technology Brief from Citizens*, **15**: 1-6.
- Martina, A., Effendy, D. S., dan Soetedjo, J. N. M., 2018, Aplikasi Koagulan Biji Asam Jawa dalam Penurunan Konsentrasi Zat Warna *Drimaren Red* pada Limbah Tekstil Sintetik pada Berbagai Variasi Operasi, *Jurnal Rekayasa Proses*, **12**(2): 98-103.
- Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup, 1991, *Keputusan Menteri Negara Kependudukan dan Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 1991 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan yang sudah Beroperasi*, Menteri Negara, Jakarta.
- Moncekova, M., Novotny, R., Koplík, J., Kalina, R., Bilek, V., and Soukal, F., 2016, Hexavalent Chromium Reduction by Ferrous Sulphate Heptahydrate Addition into the Portland Clinker, *Procedia. Eng.*, **151**: 572-581.
- Morais, S., Costa, F. G., Pereira, M. L., 2012, *Heavy Metals and Human Health, In Environmental Health-Emerging Issues, and Practice*, Oosthuizen J. ed, pp. 227-246.
- Murti, R. S. dan Sugihartono, 2020, Bahaya Kromium Heksavalen (Cr (VI)) pada Kulit dan Produk Kulit samak Krom Serta Upaya Pencegahannya, *Jurnal Riset Teknologi Industri*, **14**(2): 241-252.

- Nagajyoti, P. C., Lee, K. D., Sreekanth, T. V. M., 2010, Heavy Metals, Occurrence, and Toxicity for Plants, *Environ Chem Lett*, **8**(3): 199-216.
- Nasrullah, Talim, M. K., Hurjannah, N., dan Wiyani, L., 2017, Upaya Penurunan Krom Heksavalen pada Air Tambang Nikel dengan Menggunakan Reduktor Ferro Sulfat, *Journal of Chemical Process Engineering*, **2**(2): 45-51.
- Niam, M. Y., Purwanto, H., dan Respati, S. M. B., 2017, Pengaruh Waktu Pelapisan Elektro Nikel-Khrom Dekoratif Terhadap Ketebalan, Kekerasan, dan Kekasaran Lapisan, *Momentum*, **13**(1):7-10.
- Nurhasni, Salimin, Z., dan Nurifitriyani, I., 2013, Pengolahan Limbah Industri Elektroplating dengan Proses Koagulasi Flokulasi, *Valensi*, **3**(1): 41-47.
- O' Brien, T., Xu, J., Patierno, S. R., 2001, *Effects of Glutathione on Chromium-Induced DNA Crosslinking and DNA Polymerase Arrest*, In *Molecular Mechanisms of Metal Toxicity and Carcinogenesis* (pp. 173-182), Springer US.
- Onggo, D., 2000, *Kimia Anorganik II: Logam*, Departemen Kimia ITB, Bandung
- Palar, H., 2008, *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*, Penerbit Rieneka Cipta, Jakarta.
- Panjaitan, G. Y., 2009, *Akumulasi Logam Berat Tembaga (Cu) dan Timbal (Pb) pada Pohon Avicennia Marina di Hutan Mangrove*, Skripsi (Tidak dipublikasi), Universitas Sumatera Utara.
- Pradhan, D., Sukla, L.B., Sawyer, M., dan Rahman, P.K.S.M., 2017, Recent Bioreduction of Hexavalent Chromium in Wastewater Treatment, *J. Ind. Eng. Chem.*, **55**: 1-8.
- Prasetyaningrum, A. dan Dharmawan, Y., 2018, Aplikasi Teknologi Elektrokoagulasi pada Pengolahan Limbah Industri Elektroplating Sebagai Upaya Menghasilkan Produksi Kerajinan Logam Berbasis *Green Technology*, *Jurnal Riptek*, **12**(1):37-44.
- Prayitno, Rahargjo, Nurimaniwanthy, dan Kismolo, E., 2005, *Kajian Pemakaian Ferro Sulfat pada Pengolahan Limbah Chrom*, Prosiding PPI-PDIPTN, Puslitbang Teknologi Maju-BATAN, Yogyakarta.
- Prayudi, Moh., T. A., Zubair, A., dan Maricar, L., 2015, Fitoremediasi Tanah Tercemar Logam Cr dengan Akar Wangi pada Media Tanah Berkompos, *Jurnal Fitoremediasi*, **1**(2): 1-24.
- Rahimah, Z., Heldawati, H., dan Syauqiah, I., 2016, Pengolahan Limbah Deterjen dengan Metode Koagulasi-Flokulasi Menggunakan Koagulasi Kapur dan PAC, *Jurnal Konversi*, **5**(2): 13-19.

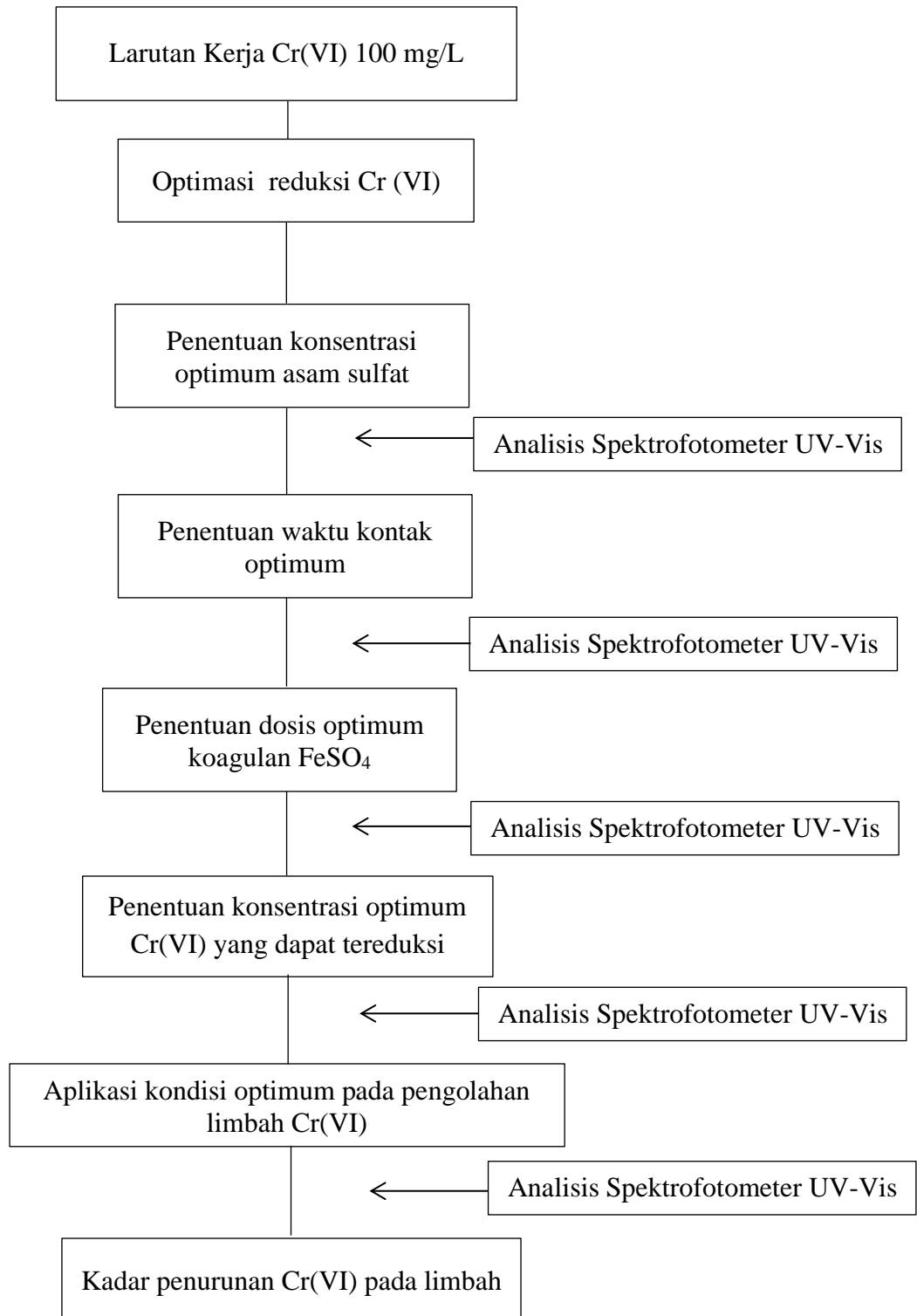
- Rahman, M. U., Gul, S., dan Ulhaq, M. Z., 2007, Reduction of Chromium (VI) by Locally Isolated *Pseudomonas* sp. C171, *Turkey Journal Biol*, **31**(7): 161-166.
- Rahmawati, N.I., Suhartana, dan Gunawan, 2009, Pengolahan Limbah Cair Industri Batik dengan Metode Elektrokoagulasi Menggunakan Seng Bekas sebagai Elektroda, *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, **12**(2): 40-46.
- Rehaman, A., Singh, R., Rabani, M. S., Sharma, R., dan Gupta, M. K., 2019, Characterization of Chromium (Cr (VI)) Reducing Bacteria from Soil and Waste Water, *Internasional Journal of Advamce and Innovative Research*, **6**(1): 92-98.
- Risdianto, D., 2007, *Optimasi Proses Koagulasi Flokulasi untuk Pengolahan Air Limbah Industri Jamu (Studi Kasus PT. Sido Muncul)*, Thesis (Tidak dipublikasi), Universitas Diponegoro, Semarang.
- Roberts, J.L., Hollenberg, J.L., and Postma, J.M., 1996, *General Chemistry in the Laboratory*, W.H Freeman and Company, New York.
- Roekmijati, 2002, Presipitasi Bertahap Logam Berat Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Larutan Kaustik Soda, *Jurnal Kimia Lingkungan*, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Romadhon, M. R. dan Sunarto, 2017, Efektivitas Jenis Koagulan dan Dosis Koagulan Terhadap Penurunan Kadar Kromium Limbah Penyamakan Kulit, *Jurnal Kimia Dasar*, **6**(1):35-41.
- Saha, R., Nandi, R., dan Saha, B., 2011, Sources and Toxicity of Hexavalent Chromium, *Journal of Coordination Chemistry*, **64**(10): 1782-1806.
- Sahlan, L. R., Radinta, S., Kholisoh, S. D., dan Mahagiani, T., 2016, Penurunan Kadar Krom (Cr) dalam Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit dengan Metode Elektrokoagulasi secara Batch, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, (1-7).
- Seaman, J. C., Bertsch, P. M., Schwalie, L., 1999, In Situ Cr (VI) Reduction Within Coarse-textured, Oxide-coated Soil and Aquifer Systems Using Fe (II) Solutions, *Journal Environmental Science and Technology*, **33**: 938-944.
- Sedyowati, S. M. R. dan Triastuti, S., 2009, Prototipe Unit Pengolahan Limbah Cair Sebagai Teknik Pengolahan Limbah Cair Sebagai Teknik Pengolahan Limbah Krom Heksavalen Menjadi Krom Trivalen Menggunakan Limbah Besi pada Limbah Cair Industri Pelapisan Logam, *Laporan Penelitian Terapan*, Semarang: FMIPA UNNES.
- Setiawan, K., Maslukah, L., dan Pribadi, R., 2012, Konsentrasi Logam Berat Kromium (Cr) pada Air, Sedimen, Kerang Darah (Anadara Granosa) di Perairan Sungai Morosari dan Sungai Gonjol Kecamatan Sayung Kabupaten Demak, *Journal of Marine Research*, **1**(1): 29-38.

- Setiyono, A. dan Gustaman, R. A., 2017, Pengendalian Kromium (Cr) yang Terdapat di Limbah Batik dengan Metode Fitoremediasi, *Unnes Journal of Public Health*, **6**(3): 1-7.
- Sevin, F. and Demir, D., 2008, Investigation of Reduction Kinetics of  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  in  $\text{FeSO}_4$  Solution, *Chem. Eng. J.*, **143**: 161-166.
- Srinath, T., Verma, T., Ramteke, P. W., dan Garg, S., 2002, Chromium (VI) Biosorption and Bioaccumulation by Chromate Resistant Bacteria, *Cemosphere*, **48**(4): 427-435.
- Standar Nasional Indonesia (SNI), 2009, *Air dan Air Limbah-Bagian 71: Cara Uji Krom Heksavalen (Cr-VI) dalam Contoh Uji Secara Spektrofotometri*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sugeng, R., 2010, *Optimasi Kondisi pada Sintesis Silika Gel dari Natrium Silikat untuk Pembentukan Adsorben Selektif Ion Logam Berat Kromium (VI)*, Skripsi tidak diterbitkan, Jurusan Kimia, FMIPA, UNY, Yogyakarta.
- Sutamihardja, 2006, *Buku Ajar Program Studi Ilmu Lingkungan: Toksikologi Lingkungan*, UI-Press, Jakarta.
- Tarrach, D. H., Martin, G. S., Chet, A., Simion, V., dan Weber, J. V., 2004, *Chromium (VI) Handbook*, CRC Press, New York.
- Vaskova, H., Kolomaznik, K., dan Vasek, V., 2013, Hydrolysis Process of Collagen Protein from Tannery Waste Materials for Production of Biostimulator and Its Mathematical Model, *Internasional of Mathematical Models and Methods In Applied Sciences*, **75**(5): 568-575.
- Vogel, 1985, *Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimikro, Edisi Kelima*, PT Kalman Pustaka, Jakarta.
- Wahyuni, E. T., Mudasir, dan Sinambela, S., 2002, Kajian Fotoreduksi Ion Cr(VI) yang Terkatalisis oleh CdO-Zeolit, *Indonesian Journal of Chemistry*, **2**(2): 113- 119
- WHO (World Health Organization), 2000, *Air Quality Guidelines- second Edition*, WHO Regional Office for Europe, Denmark.
- WHO (World Health Organization), 2011, *Guidelines for Drinking Water Recommendations*, WHO, Geneva.
- Wahyuningtyas, N., 2001, *Pengolahan Limbah Cair Kromium dari Proses Penyamakan Kulit Menggunakan Senyawa Alkali Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ )*, STTI, Yogyakarta.
- Wulaningtyas, F.A., 2018, Karakteristik Pekerja Kaintannya dengan Kandungan Kromium dalam Urine Pekerja di Industri Keripik Rambak X Magetan, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, **10**(1): 127-137.

Yudo, S., 2006, Kondisi Pencemaran Logam Berat di Perairan Sungai DKI Jakarta, *JAI*, **2**(1): 1-15.



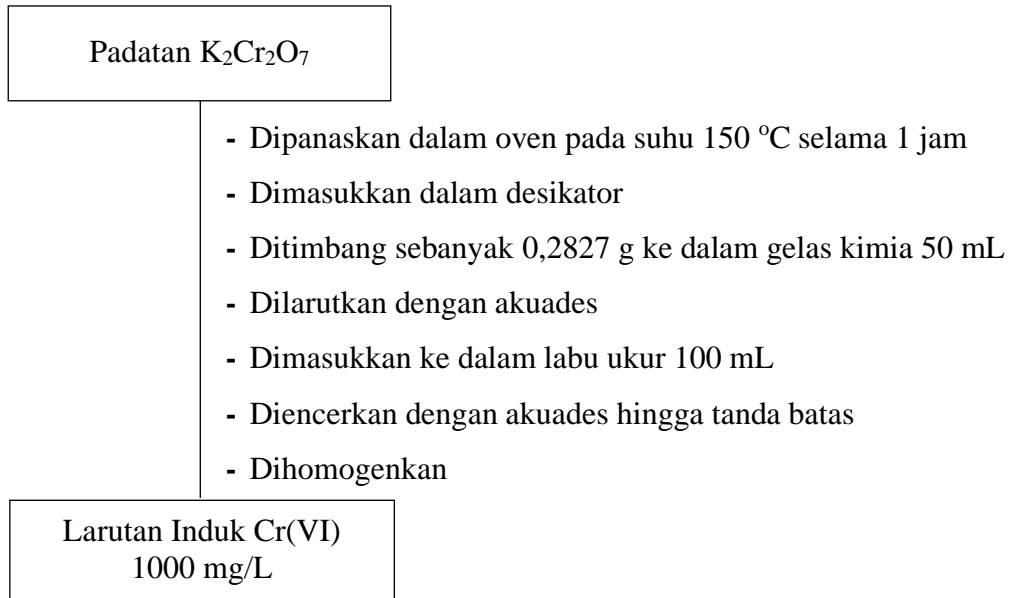
**Lampiran 1. Skema Kerja Penelitian**



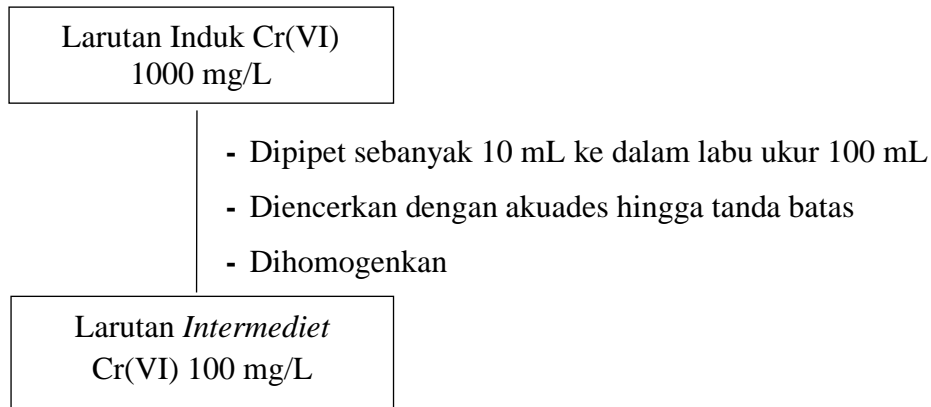
## Lampiran 2. Bagan Kerja Penelitian

### 1. Pembuatan Larutan

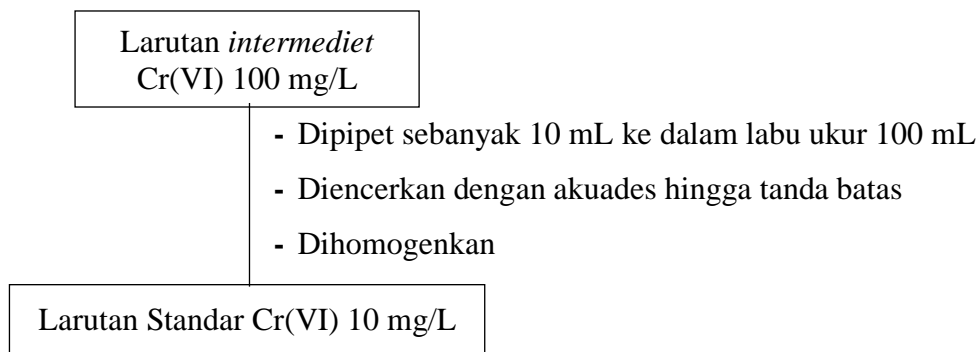
#### 1.1 Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 1000 mg/L



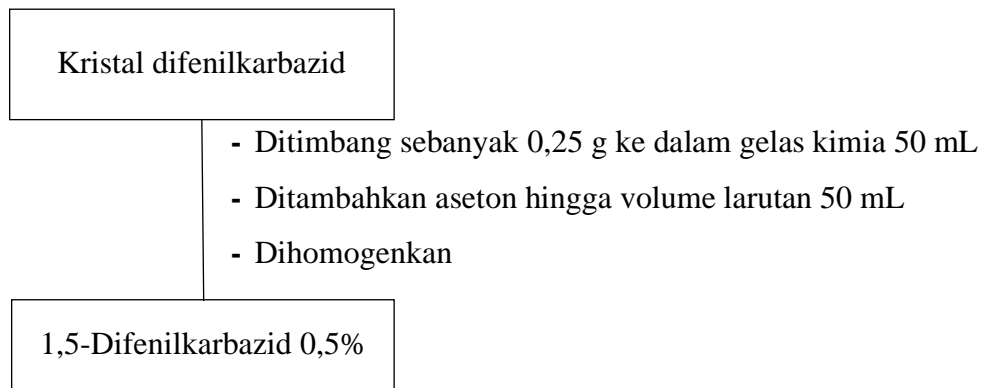
#### 1.2 Pembuatan Larutan *Intermediet* Cr(VI) 100 mg/L



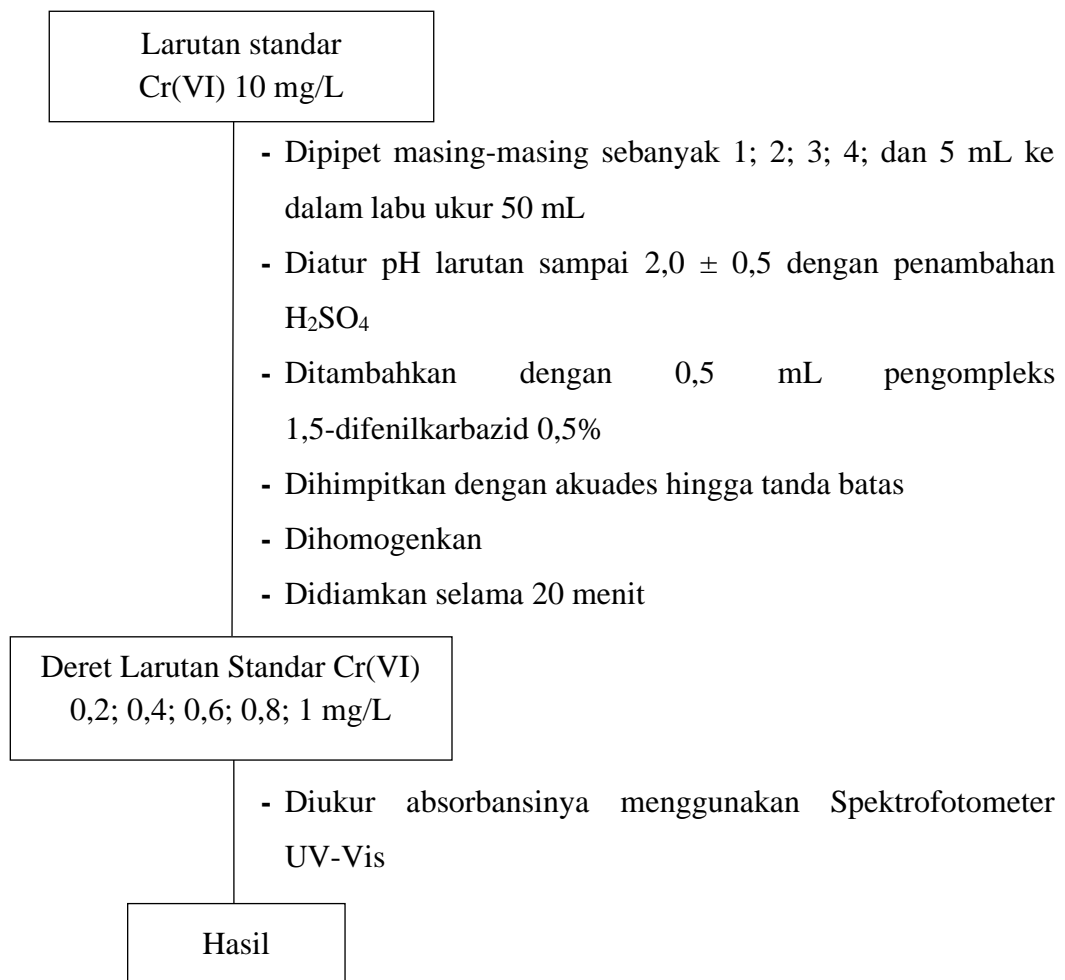
#### 1.3 Pembuatan Larutan Standar Cr(VI) 10 mg/L



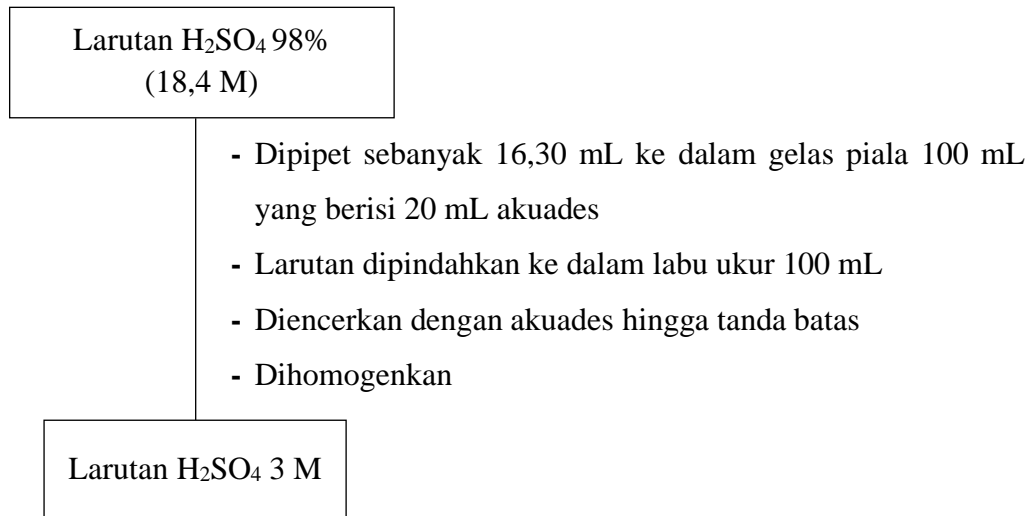
#### 1.4 Pembuatan Reagen 1,5-Difenilkarbazid 0,5%



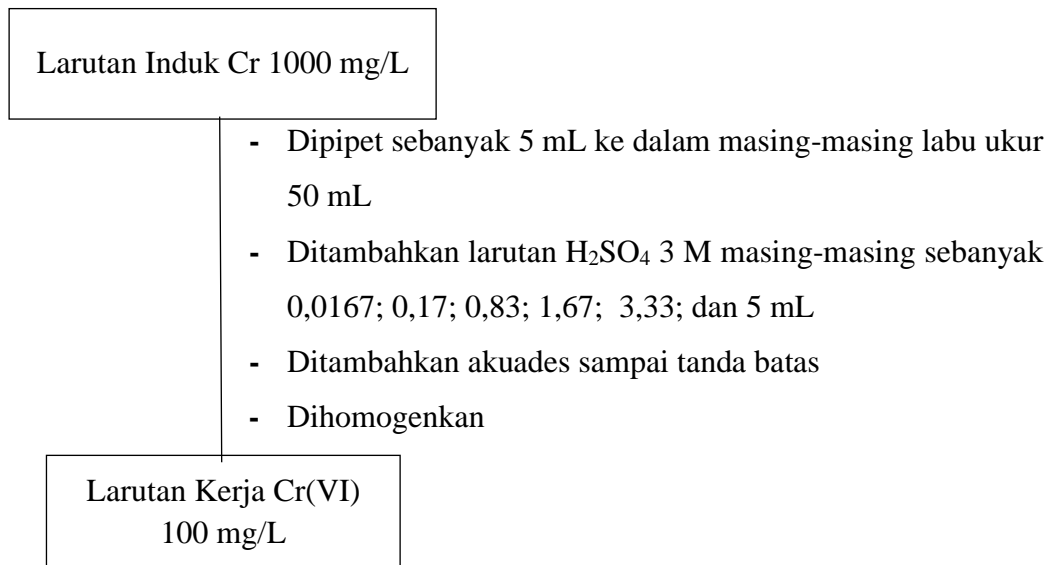
#### 1.5 Pembuatan Deret Larutan Standar Cr(VI)



### 1.6 Pembuatan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 M

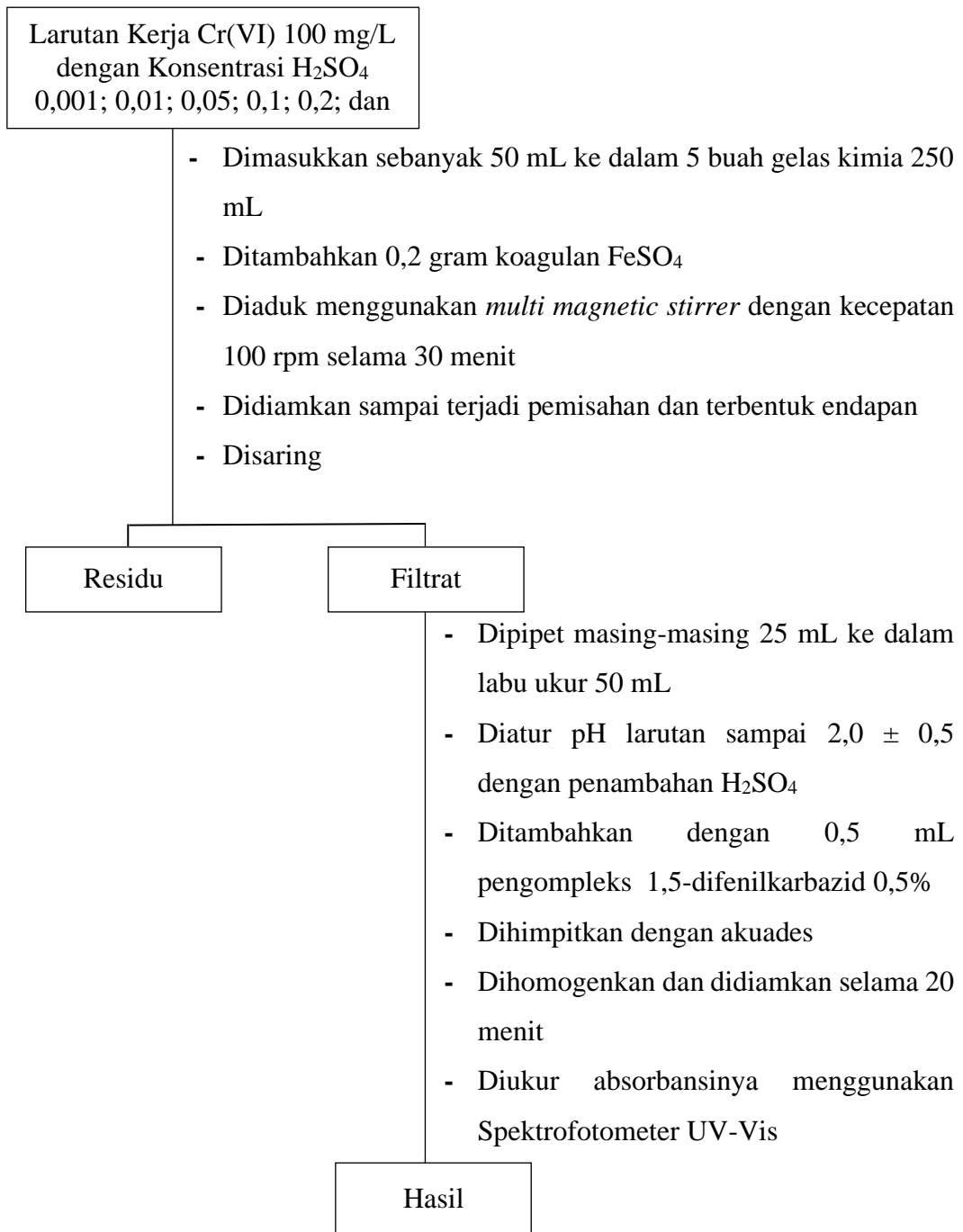


### 1.7 Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI) 100 mg/L dengan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; dan 0,3 M



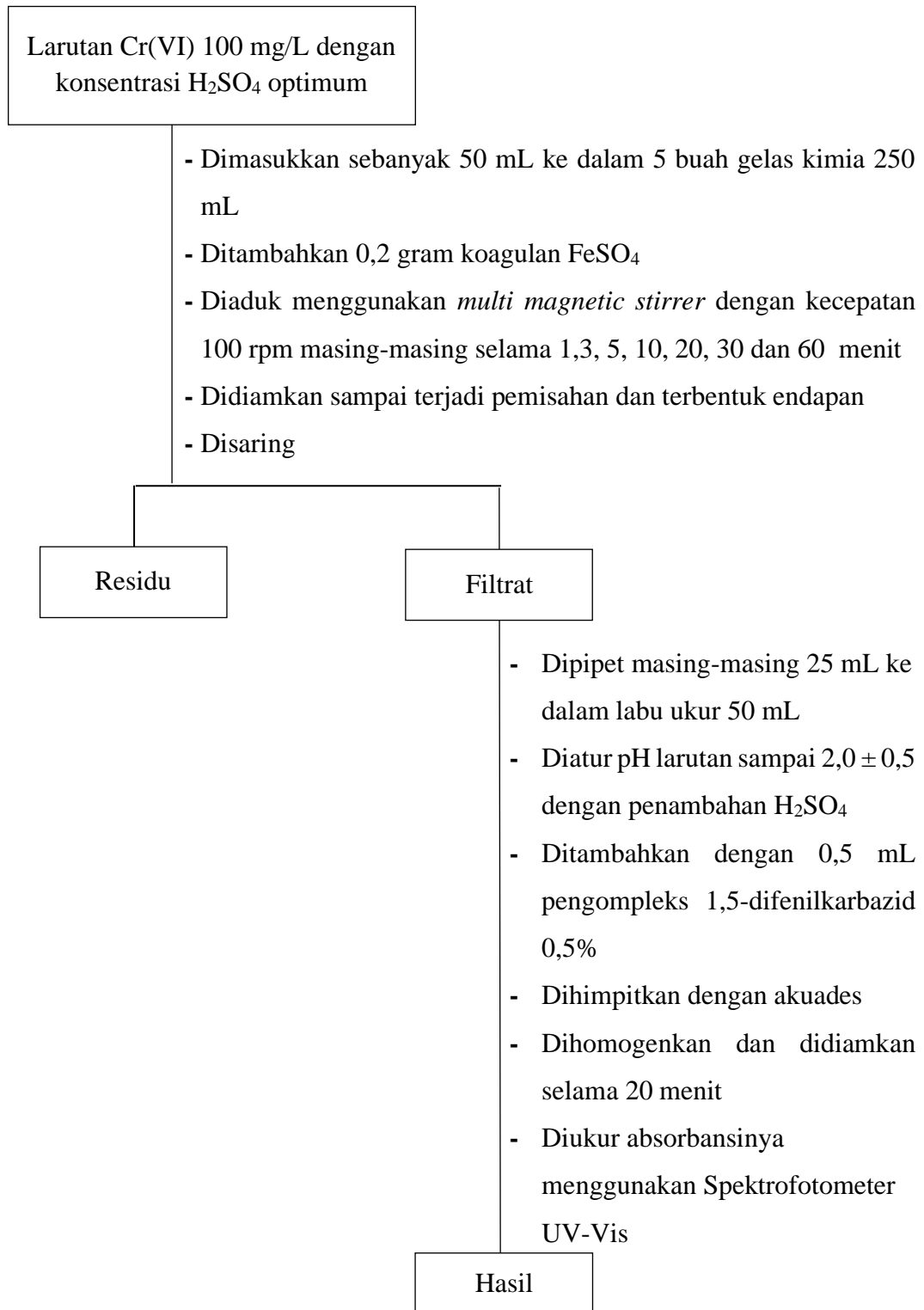
## 2. Optimasi Reduksi Cr(VI)

### 2.1 Penentuan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Optimum



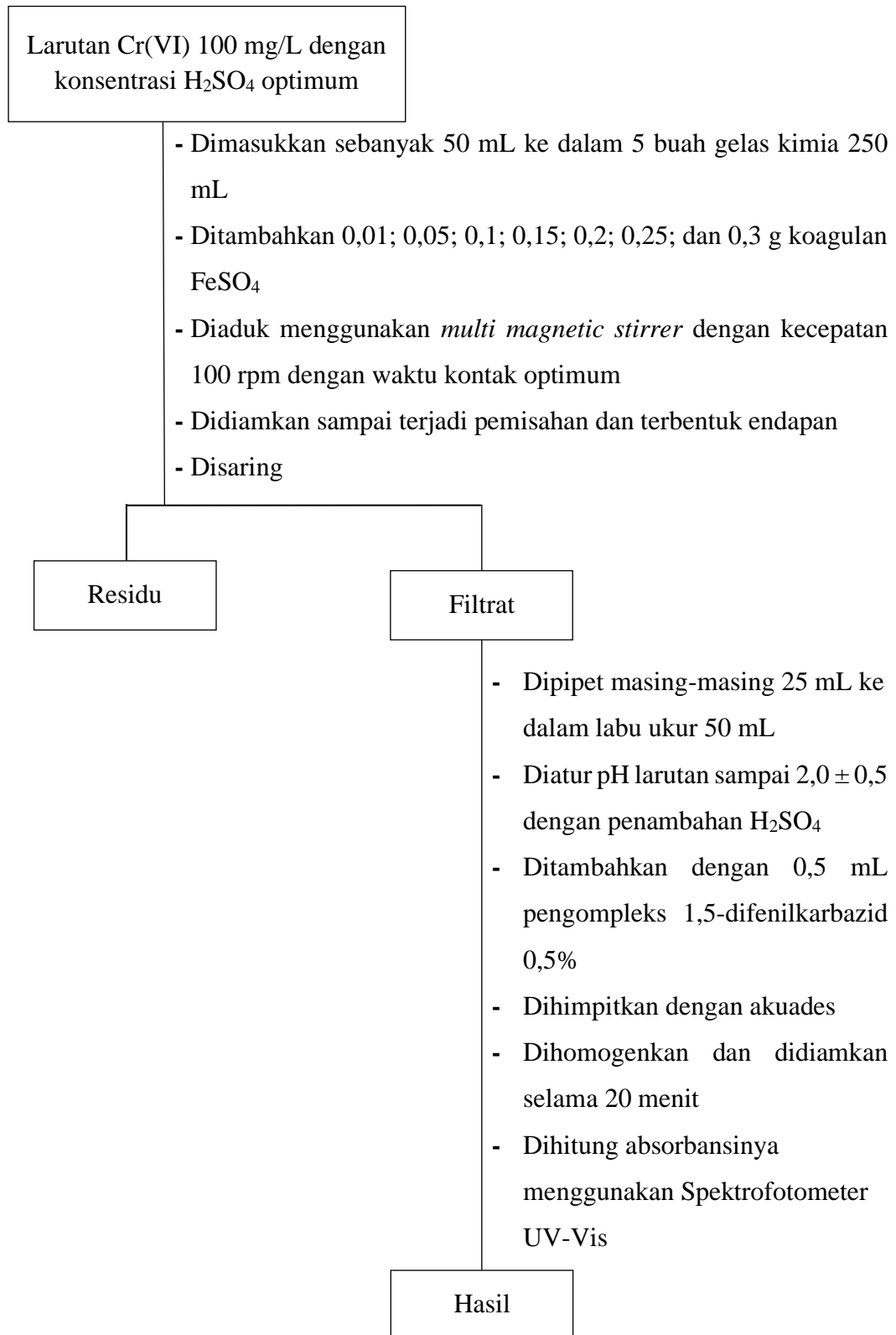
\*prosedur ini dikerjakan sebanyak dua kali

## 2.2 Penentuan Waktu Kontak Optimum



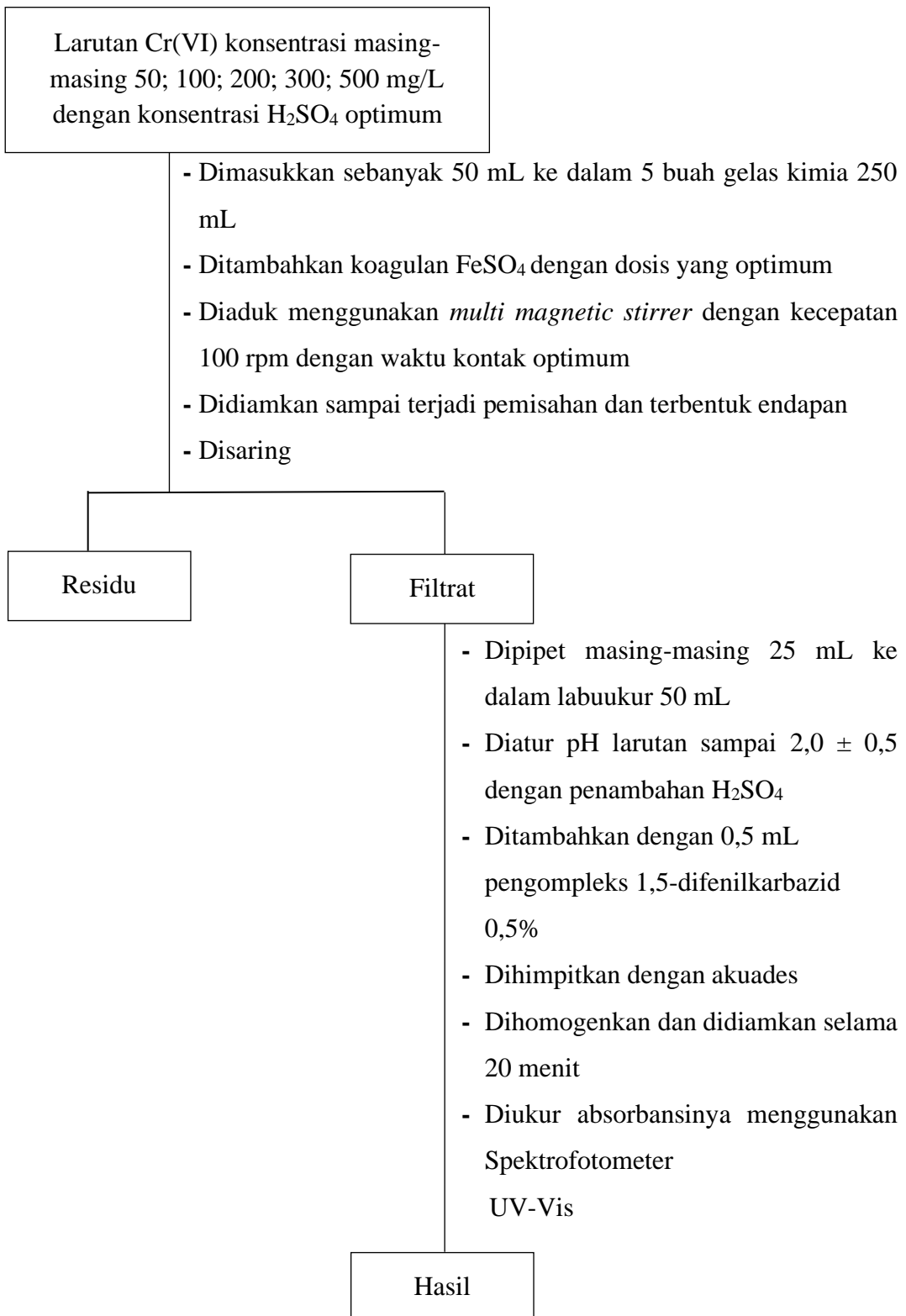
\*prosedur ini dikerjakan sebanyak dua kali

### 2.3 Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO<sub>4</sub>



\*prosedur ini dikerjakan sebanyak dua kali

## 2.4 Penentuan Konsentrasi Optimum Cr(VI)



\*prosedur ini dikerjakan sebanyak dua kali

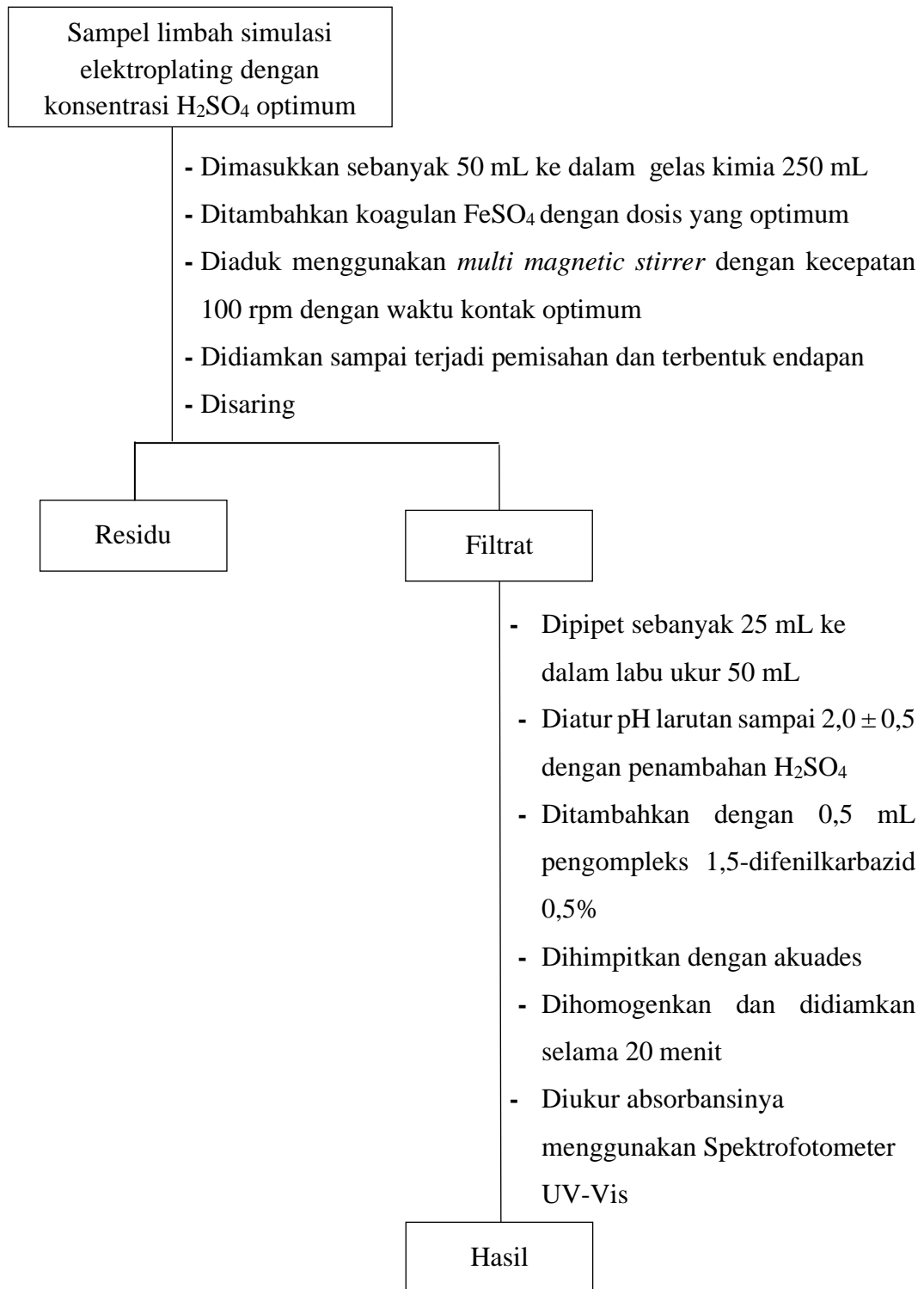


## 2.5 Aplikasi Kondisi Optimum Pada Pengolahan Limbah Simulasi Elektroplating

### 2.5.1 Pembuatan Limbah Simulasi Elektroplating

	<p>0,2546 g <math>K_2Cr_2O_7</math>, 0,6928 g <math>Cr(NO)_3 \cdot 9H_2O</math>, 0,2067 g <math>(NH_4)Fe(SO_4)_2 \cdot 12H_2O</math>, 0,1829 g <math>CuSO_4 \cdot 5H_2O</math>, 0,0593 g <math>MnSO_4 \cdot H_2O</math>, 0,0602 g <math>NiSO_4 \cdot 6H_2O</math>, dan 0,0730 g <math>ZnSO_4 \cdot 7H_2O</math></p>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dilarutkan masing-masing logam ke dalam gelas kimia</li><li>- Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL</li><li>- Diencerkan dengan akuades hingga tanda batas</li><li>- Dihomogenkan</li></ul>
	<p>Limbah simulasi elektroplating dengan konsentrasi Cr(VI) 90 mg/L, Cr(III) 90 mg/L, Fe(III) 24 mg/L, Cu(II) 46,5 mg/L, Mn(II) 19,5 mg/L, Ni(II) 13,5 mg/L, dan Zn(II) 16,5 mg/L</p>
	<ul style="list-style-type: none"><li>- Dipipet sebanyak 25 mL ke dalam labu ukur 50 mL</li><li>- Diatur pH larutan sampai <math>2,0 \pm 0,5</math> dengan penambahan <math>H_2SO_4</math></li><li>- Ditambahkan 0,5 mL 1,5-difenilkarbazid 0,5%</li><li>- Dihomogenkan dan didiamkan selama 20 menit</li><li>- Diukur absorbansinya menggunakan Spektrofotometri UV-Vis</li></ul>
<p>Hasil</p>	

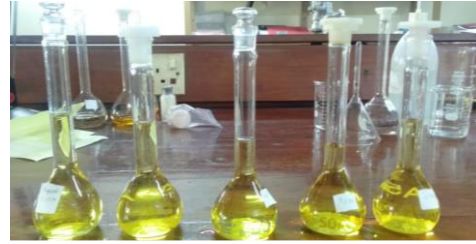
### 2.5.2 Aplikasi



### Lampiran 3. Gambar Penelitian



Larutan standar Cr(VI)



Larutan kerja Cr (VI) 100 mg/L



Pengadukan setelah penambahan koagulan  $\text{FeSO}_4$  menggunakan *multi magnetic stirrer*



Larutan hasil reduksi Cr(VI) dengan koagulan  $\text{FeSO}_4$



Penyaringan larutan hasil reduksi



Pengukuran absorbansi larutan dengan Spektrofotometri UV-Vis



Perbandingan limbah simulasi tanpa reduksi dan setelah reduksi

#### Lampiran 4. Perhitungan

##### 1. Pembuatan Larutan Induk Cr(VI) 1000 mg/L

$$\text{mg/L} = \frac{2 \times \text{Ar Cr}}{\text{Mr K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7} \times \frac{W}{V}$$

$$1000 = \frac{104}{294} \times \frac{W}{0,1}$$

$$W = 282,6923 \text{ mg}$$

$$= 0,2827 \text{ g}$$

##### 2. Pembuatan Larutan *Intermediet* Cr(VI) 100 mg/L

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 = \frac{100 \times 100}{1000}$$

$$= 10 \text{ mL}$$

##### 3. Pembuatan Larutan Standar Cr 10 mg/L

$$V_1 C_1 = V_2 C_2$$

$$V_1 = \frac{100 \times 10}{100}$$

$$= 10 \text{ mL}$$

##### 4. Pembuatan Reagen 1,5-Difenilkarbazid 0,5%

$$\%b/v = \frac{\text{gram zat terlarut}}{\text{volume larutan}} \times 100\%$$

$$1 = \frac{x}{50 \text{ mL}} \times 100\%$$

$$x = 0,25 \text{ gram}$$

##### 5. Pembuatan Deret Larutan Standar Cr(VI) - 0,2 mg/L

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{0,2 \times 50}{10}$$

$$= 1 \text{ mL}$$

**- 0,4 mg/L**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,4 \times 50" / "10"$$

$$= 2 \text{ mL}$$

**- 0,6 mg/L**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,6 \times 50" / "10"$$

$$= 3 \text{ mL}$$

**- 0,8 mg/L**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,8 \times 50" / "10"$$

$$= 4 \text{ mL}$$

**- 1 mg/L**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "1 \times 50" / "10"$$

$$= 5 \text{ mL}$$

## **6. Pembuatan Larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 3 M**

$$M = "% \times bj \times 10" / "Mr"$$

$$= "98\% \times 1,84 \text{ g/mL} \times 1000" / "98 \text{ g/mol}"$$

$$= 18,4 \text{ M}$$

$$V = "3 \times 100" / "18,4"$$

$$= 16,30 \text{ mL}$$

**7. Pembuatan Larutan Kerja Cr(VI) 100 mg/L dengan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,001; 0,01; 0,05; 0,1; 0,2; dan 0,3 M**

**- Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,001 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,01 \times 50" / "3"$$

$$= 0,17 \text{ mL}$$

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,001 \times 50" / "0,01"$$

$$= 5 \text{ mL}$$

**-Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,01 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,01 \times 50" / "3"$$

$$= 0,17 \text{ mL}$$

**-Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,05 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,05 \times 50" / "3"$$

$$= 0,83 \text{ mL}$$

**-Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,1 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,1 \times 50" / "3"$$

$$= 1,67 \text{ mL}$$

**-Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,2 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = "0,2 \times 50" / "3"$$

$$= 3,33 \text{ mL}$$

**-Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,3 M**

$$C_1 V_1 = C_2 V_2$$

$$V_1 = \frac{0,3 \times 50}{3}$$

$$= 5 \text{ mL}$$

### Lampiran 5. Data Penentuan Konsentrasi H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Optimum

Persamaan regresi kurva kalibrasi standar Cr(VI) diperoleh:

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

Ion Cr(VI) yang tidak tereduksi, dapat dihitung kadarnya berdasarkan persamaan regresi di atas dengan melakukan substitusi pada nilai y dengan absorbansi yang diperoleh. Pada konsentrasi 0,05 M diperoleh absorbansi rata-rata sebesar 0,023 dengan faktor pengenceran 2 kali.

Diketahui:

$$C_{awal} = 100 \text{ mg/L}$$

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,023 = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,023 - 0,0145 = 0,6417x$$

$$x = 0,0132$$

$$C = 0,0132$$

$$C_{akhir} = C \times fp$$

$$C_{akhir} = 0,0132 \times 2$$

$$C_{akhir} = 0,0265$$

Persen penurunan ion Cr(VI) menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{100 - 0,0265}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 99,97\%$$



**Tabel 3.** Data absorbansi penentuan konsentrasi asam sulfat optimum

Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (M)	Absorbansi I	Absorbansi II	Absorbansi Rata-rata
0,001	0,052	0,057	0,055
0,01	0,026	0,029	0,028
<b>0,05</b>	<b>0,021</b>	<b>0,025</b>	<b>0,023</b>
0,1	0,022	0,025	0,024
0,2	0,025	0,027	0,026
0,3	0,024	0,026	0,025

**Tabel 4.** Penentuan konsentrasi asam sulfat optimum

No.	Konsentrasi H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (M)	Absorbansi	Kadar Cr(VI)	% Penurunan kadar Cr(VI)
1.	0,001	0,055	0,1247	99,88
2.	0,01	0,028	0,0405	99,96
<b>3.</b>	<b>0,05</b>	<b>0,023</b>	<b>0,0265</b>	<b>99,97</b>
4.	0,1	0,024	0,0281	99,97
5.	0,2	0,026	0,0358	99,96
6.	0,3	0,025	0,0327	99,97

## Lampiran 6. Data Penentuan Waktu Kontak Optimum

Persamaan regresi kurva kalibrasi standar Cr(VI) diperoleh:

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

Ion Cr(VI) yang tidak tereduksi, dapat dihitung kadarnya berdasarkan persamaan regresi di atas dengan melakukan substitusi pada nilai y dengan absorbansi yang diperoleh. Pada waktu kontak 5 menit diperoleh absorbansi rata-rata sebesar 0,017 dengan faktor pengenceran 2 kali.

Diketahui:

$$C_{awal} = 100 \text{ mg/L}$$

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,017 = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,017 - 0,0145 = 0,6417x$$

$$x = 0,0039$$

$$C = 0,0039$$

$$C_{akhir} = C \times fp$$

$$C_{akhir} = 0,0039 \times 2$$

$$C_{akhir} = 0,0078$$

Persen penurunan ion Cr(VI) menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{100 - 0,0078}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 99,99\%$$

**Tabel 5.** Data absorbansi penentuan waktu kontak optimum

Waktu kontak (menit)	Absorbansi I	Absorbansi II	Absorbansi Rata-rata
1	0,042	0,038	0,040
3	0,023	0,025	0,024
<b>5</b>	<b>0,016</b>	<b>0,018</b>	<b>0,017</b>
10	0,018	0,018	0,018
20	0,020	0,019	0,020
30	0,019	0,019	0,019
60	0,021	0,021	0,021

**Tabel 6.** Penentuan waktu kontak optimum

No.	Waktu kontak (menit)	Absorbansi	Kadar Cr(VI)	% Penurunan kadar Cr(VI)
1.	1	0,040	0,0795	99,92
2.	3	0,024	0,0296	99,97
<b>3.</b>	<b>5</b>	<b>0,017</b>	<b>0,0078</b>	<b>99,99</b>
4.	10	0,018	0,0109	99,99
5.	20	0,020	0,0156	99,98
6.	30	0,019	0,0140	99,99
7.	60	0,021	0,0203	99,98

### Lampiran 7. Data Penentuan Penambahan Dosis Optimum Koagulan FeSO<sub>4</sub>

Persamaan regresi kurva kalibrasi standar Cr(VI) diperoleh:

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

Ion Cr(VI) yang tidak tereduksi, dapat dihitung kadarnya berdasarkan persamaan regresi di atas dengan melakukan substitusi pada nilai y dengan absorbansi yang diperoleh. Pada dosis koagulan 0,1 gram diperoleh absorbansi rata-rata sebesar 0,019 dengan faktor pengenceran 2 kali.

Diketahui:

$$C_{awal} = 100 \text{ mg/L}$$

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,019 = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,019 - 0,0145 = 0,6417x$$

$$x = 0,0070$$

$$C = 0,0070$$

$$C_{akhir} = C \times fp$$

$$C_{akhir} = 0,0070 \times 2$$

$$C_{akhir} = 0,0140$$

Persen penurunan ion Cr(VI) menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{100 - 0,0140}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 99,99\%$$

**Tabel 7.** Data absorbansi penentuan penambahan dosis optimum koagulan FeSO<sub>4</sub>

Dosis koagulan (gram)	Absorbansi I	Absorbansi II	Absorbansi Rata-rata
0,01	0,113	0,115	0,114
0,05	0,051	0,052	0,052
<b>0,1</b>	<b>0,018</b>	<b>0,020</b>	<b>0,019</b>
0,15	0,019	0,019	0,019
0,2	0,019	0,021	0,020
0,25	0,020	0,018	0,019
0,3	0,019	0,020	0,020

**Tabel 8.** Penentuan penambahan dosis optimum koagulan FeSO<sub>4</sub>

No.	Dosis koagulan FeSO <sub>4</sub> (g)	Absorbansi	Kadar Cr(VI)	% Penurunan kadar Cr(VI)
1.	0,01	0,114	38,7642	61,24
2.	0,05	0,052	14,4148	85,59
<b>3.</b>	<b>0,1</b>	<b>0,019</b>	<b>0,0140</b>	<b>99,99</b>
4.	0,15	0,019	0,0140	99,99
5.	0,2	0,020	0,0171	99,98
6.	0,25	0,019	0,0140	99,99
7.	0,3	0,020	0,0156	99,98

### Lampiran 8. Data Penentuan Konsentrasi Optimum Cr(VI)

Persamaan regresi kurva kalibrasi standar Cr(VI) diperoleh:

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

Ion Cr(VI) yang tidak tereduksi, dapat dihitung kadarnya berdasarkan persamaan regresi di atas dengan melakukan substitusi pada nilai y dengan absorbansi yang diperoleh. Pada konsentrasi Cr(VI) 100 mg/L diperoleh absorbansi rata-rata sebesar 0,015 dengan faktor pengenceran 2 kali.

Diketahui:

$$C_{awal} = 100 \text{ mg/L}$$

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,015 = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,015 - 0,0145 = 0,6417x$$

$$x = 0,0008$$

$$C = 0,0008$$

$$C_{akhir} = C \times fp$$

$$C_{akhir} = 0,0008 \times 2$$

$$C_{akhir} = 0,0016$$

Persen penurunan ion Cr(VI) menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_{awal} - C_{akhir}}{C_{awal}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{100 - 0,0016}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 100\%$$

**Tabel 9.** Data penentuan konsentrasi optimum Cr(VI)

Konsentrasi Cr(VI) (mg/L)	Absorbansi I	Absorbansi II	Absorbansi Rata-rata
50	0,013	0,015	0,014
<b>100</b>	<b>0,014</b>	<b>0,016</b>	<b>0,015</b>
200	0,180	0,244	0,212
300	0,243	0,185	0,214
500	0,377	0,384	0,381

**Tabel 10.** Penentuan konsentrasi optimum Cr(VI)

No.	Konsentrasi Cr(VI) (mg/L)	Absorbansi	Kadar Cr(VI)	% Penurunan kadar Cr(VI)
1.	50	0,014	0,0016	100,00
<b>2.</b>	<b>100</b>	<b>0,015</b>	<b>0,0016</b>	<b>100,00</b>
3.	200	0,212	15,3888	92,31
4.	300	0,214	77,7232	74,09
5.	500	0,381	142,5900	71,48

**Lampiran 9.** Data Aplikasi Kondisi Optimum pada Pengolahan Limbah Simulasi Elektroplating

Persamaan regresi kurva kalibrasi standar Cr(VI) diperoleh:

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

Ion Cr(VI) yang tidak tereduksi, dapat dihitung kadarnya berdasarkan persamaan regresi di atas dengan melakukan substitusi pada nilai y dengan absorbansi yang diperoleh. Setelah larutan limbah simulasi direduksi diperoleh absorbansi sebesar 0,021 dengan faktor pengenceran 4 kali.

Diketahui:

$$C_{\text{awal}} = 90 \text{ mg/L}$$

$$y = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,021 = 0,6417x + 0,0145$$

$$0,021 - 0,0145 = 0,6417x$$

$$x = 0,0101$$

$$C = 0,0101$$

$$C_{\text{akhir}} = C \times fp$$

$$C_{\text{akhir}} = 0,0101 \times 4$$

$$C_{\text{akhir}} = 0,0405$$

Persen penurunan ion Cr(VI) menggunakan rumus:

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{C_{\text{awal}} - C_{\text{akhir}}}{C_{\text{awal}}} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = \frac{100 - 0,0405}{100} \times 100\%$$

$$\% \text{ Penurunan} = 99,95\%$$