

DAFTAR PUSTAKA

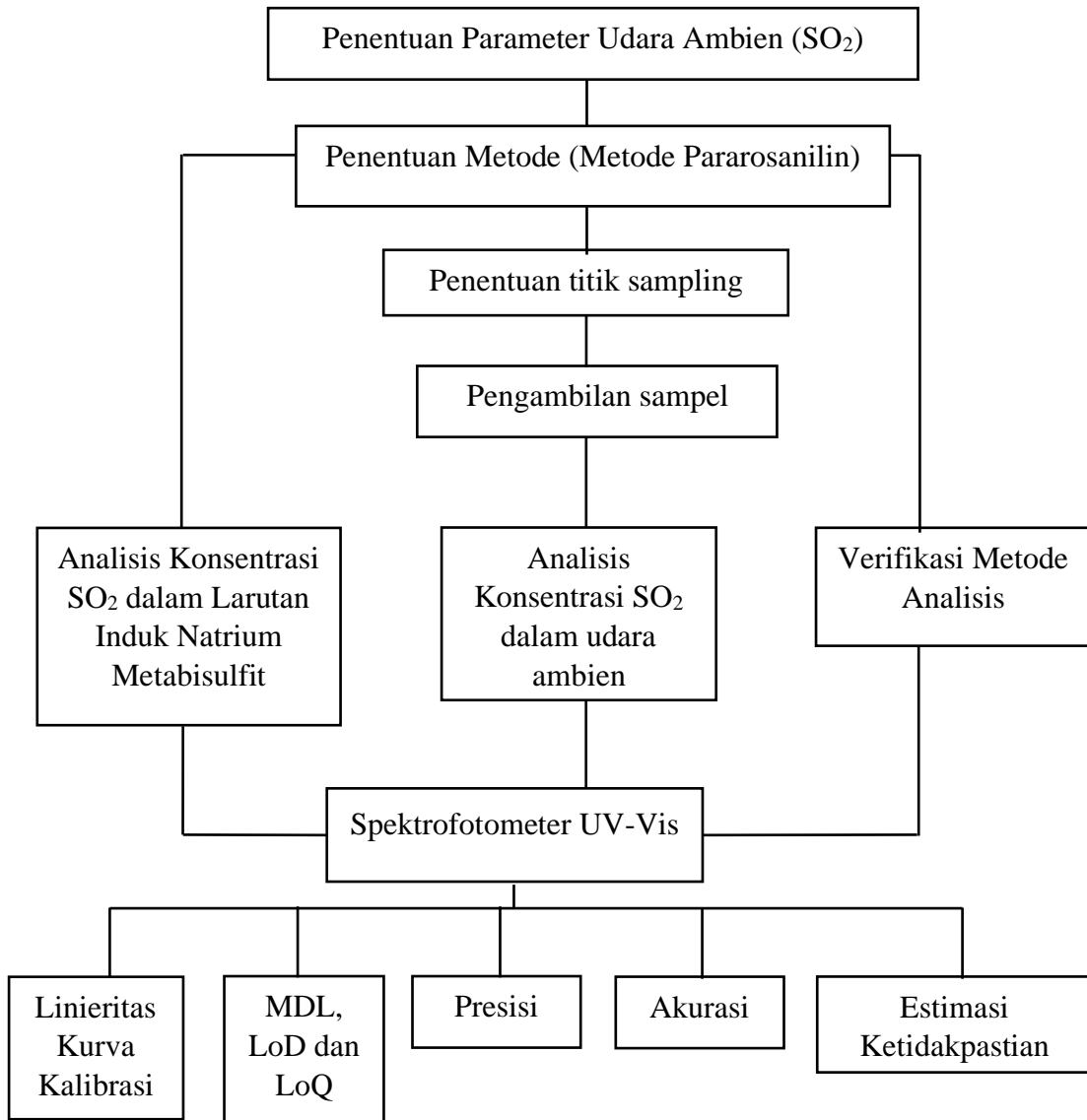
- Amalia, S. dan Wahyuni, I. R., 2022, Analisis Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambient Menggunakan Metode Pararosanilin dengan Spektrofotometer UV-Visible Kabupaten Bandung, Jawa Barat, *Seminar Nasional Kimia 2022*, **15**(1): 11-15.
- Annisa, N., Budihardjo, M. A., dan Sutrisno, E., 2017, Pengukuran dan Pemetaan Konsentrasi Gas SO₂ dan NO₂ di Tempat Pemrosesan Akhir Sampah (TPA) Studi Kasus: TPA Jatibarang Semarang, *Jurnal Teknik Lingkungan*, (2): 1-11.
- Asiri, S., Manaf, M., dan Syafri, 2019, Pengaruh Keberadaan TPA Tamangapa Terhadap Perubahan Pemanfaatan Ruang di Sekitarnya, *Jurnal Plano Madani*, **8**(2): 138-146.
- Blair, L., 2003, *Sulphur Dioxide: Environmental Effect, Fate and Behaviour*, WBK & Associates Inc, Alberta.
- Buanawati, T. T., Huboyo, H. S., dan Samadikun, B. P., 2017, Estimasi Emisi Pencemar Udara Konvensional (SO_x, NO_x, CO, dan PM) Kendaraan Pribadi Berdasarkan Metode *International Vehicle Emission (IVE)* di Beberapa Ruas Jalan Kota Semarang, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **6**(3): 1-12.
- Chalid, S., dan Rasman, 2019, Studi Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida (SO₂) di TPA Tamangapa Kota Makassar, *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, **19**(1): 83-88.
- Chandra, B., 2007, *Pengantar Kesehatan Lingkungan*, Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Chairiah, A., Jati, D. R., dan Sulastri, A., 2022, Pengaruh Kecepatan Angin dan Kelembaban Udara Terhadap Konsentrasi Gas H₂S di TPA Batu Lauang Kota Pontianak, *Jurlis*, **3**(1): 62-67.
- Fardiaz, S., 1992, *Polusi Air & Udara*, Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fikri, E., 2022, *Pencemaran Udara dan Dampaknya Bagi Kesehatan*, Eureka Media Aksara, Jawa Tengah.
- Halulanga, A. J., Rosdiana, R., dan Adami, A., 2021, Uji Kandungan Gas Sulfur Dioksida (SO₂) pada Udara Ambien Akibat Adanya Pembakaran batubara PLTU Nii Tanasa, Sulawesi Tenggara, *Jurnal Teluk*, **1**(2): 05-10.
- Hastutiningrum, S., Sunarsih, S., dan Imelda, 2018, Analisis Hubungan Aktivitas Kendaraan Bermotor Terhadap Konsentrasi SO₂ dan NO₂ di Udara Ambien

- (Studi Kasus: Jl. Penembahan Senopati Yogyakarta), *Jurnal Teknologi Technoscientia*, **11**(1): 85-94.
- Hidayatullah, F., dan Mulansari, S. A., 2020, Literature Review: Gangguan Saluran Pernapasan Akibat Pencemaran Udara di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir (TPA), *Jurnal Kesehatan*, **13**(2): 119-130.
- Iramawati, C., Turmuzi, M., Suryati, I., Setyowati, L., dan Mahyuni, E. L., 2018, Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembapan dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi SO₂ Ambien dan Pemetaan SO₂ Ambien di Sekitar PT. Kawasan Industri Medan, *Jurnal Dampak*, **15**(2): 72-76.
- Iskandar, D., 2017, Perbandingan Metode Spektrofotometri UV-Vis dan Iodimetri dalam Penentuan Asam Askorbat Sebagai Bahan Ajar Kimia Analitik Mahasiswa Jurusan Teknologi Pertanian Berbasis Open-Ended Experiment dan Problem Solving, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, **10**(1): 66-70.
- Istantinova, D. B., Hadiwidodo, M. dan Handayani, D. S., 2013, Pengaruh Kecepatan Angin, Kelembapan dan Suhu Udara Terhadap Konsentrasi Gas Pencemar Sulfur Dioksida (SO₂) Dalam Udara Ambien Di Sekitar PT. Inti General Yaja Steel Semarang, *Jurnal Teknik Lingkungan*, **2**(1): 1-10.
- Kurniawan, A., 2017, Pengukuran Parameter Kualitas Udara (CO, NO₂, SO₂, O₃ dan PM₁₀) di Bukit Kototabang Berbasis ISPU, *Jurnal Teknosains*, **7**(1): 1-82.
- Masito, A., 2018, Analisis Resiko Kualitas Udara Ambien (NO₂ dan SO₂) dan Gangguan Pernapasan Pada Masyarakat di Wilayah Kalianak Surabaya, *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, **10**(4): 394-401.
- Metia, D. T., 2020, *Verifikasi Metode Penentuan Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dalam Udara Ambien Secara Spektrofotometri UV-Visibel di PT. Karsa Buana Lestari*, Skripsi tidak diterbitkan, jurusan Analisis Kimia, FMIPA, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
- Mun'im, A., Sappewali dan Wahyuni, A., 2020, Identifikasi Kedalaman Akuifer Daerah Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Makassar Menggunakan Metode Geolistrik Konfigurasi Wenner, *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*, **16**(3): 279-286.
- Ningsih, R. O., Leo, M. N. Z., dan Maru, R., 2020, Indeks Kualitas Air Tanah Disekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Kota Makassar, *Jurnal Environmental Science*, **2**(2): 156-161.
- Njoku, Longinus, K., Rumide, John, T., Akinola, Olatunde, M., Adesuyi, Alex, A., Jolaoso dan Omosileola, A., 2016, Ambient Air Quality Monitoring in Metropolitan City of Lagos, Nigeria, *JASEM*, **20**(1): 178-185.

- Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan, 2010, *Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan Nomor 69 Tahun 2010 tentang Baku Mutu dan Kriteria Kerusakan Lingkungan Hidup*, Sulawesi Selatan.
- Ponga, F. C., Aklili, R. H. dan Sumampouw, O. J., 2018, Gambaran Kualitas Udara Ambien Sulfur Dioksida di Kecamatan Tuminting Kota Manado Tahun 2018, *Jurnal KESMAS*, **7**(4): 1-6.
- Pratiwi, R. A., dan Nandiyanto, A. B. D., 2022, How to Read and Interpret UV-Vis Spectrophotometric Results in Determining the Structure of Chemical Compounds, *Indonesian Journal of Educational Research and Technology*, **2**(1): 1-20.
- Putri, K. A. dan Samsunar, S., 2020, Penentuan Kadar Amonia (NH₃), Sulfur Dioksida (SO₂) dan *Total Suspended Particulate* (TSP) Pada Udara Ambien di Laboratorium Lingkungan Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Sukoharjo, *Indonesian Journal of Chemical Research*, **5**(2): 69-79.
- Riyanto, 2014, *Validasi & Verifikasi Metode Uji Sesuai dengan ISO/IEC 17025 Laboratorium Pengujian dan Kalibrasi*, Deepublish, Yogyakarta.
- Rocha, F. S., Gomes, A. J., Lunardi, C. N., Kaliguine, S., dan Patience, G. S., 2018, Experimental Methods in Chemical Engineering: Ultraviolet Visible Spectroscopy UV-Vis, *The Canadian Journal of Chemical Engineering*, **96**: 2512-2517.
- Ryadi, S., 1982, *Pencemaran Udara*, Penerbit Usaha Nasional, Surabaya.
- Sa'adah, E., dan Winata, A. S., 2010, Validasi Metode Pengujian Logam Tembaga Pada Produk Air Minum Dalam Kemasan Secara Spektrofotometri Serapan Atom Nyala, *BIOPROPAL INDUSTRI*, **1**(2): 31-37.
- Saparuddin, Juharni dan Nurkaidah, 2020, Implementasi Kebijakan Pengelolaan Persampahan di Kecamatan Ujung Tanah Kota Makassar, *J. Paradigma Administrasi Negara*, **3**(1): 27-36.
- Sastrawijaya, T., 2009, *Pencemaran Lingkungan*, PT Rineka Cipta, Jakarta.
- Sastrohamidjojo, H., 2018, *Dasar-Dasar Spektroskopi*, UGM Press, Yogyakarta.
- Satriadarma, K., 2004, *Asas Pengembangan Prosedur Analisis*, Cetakan Pertama, Airlangga University Press, Surabaya.
- Serlina, Y., 2020, Pengaruh Faktor Meteorologi Terhadap Konsentrasi NO₂ di Udara Ambien (Studi Kasus Bundaran Hotel Indonesia DKI Jakarta), *Serambi Engineering*, **5**(3): 1228-1235.

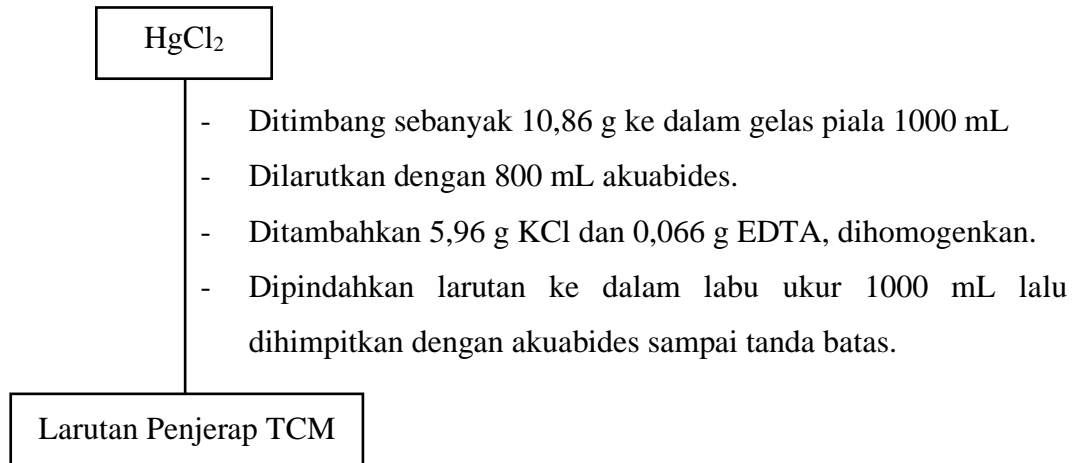
- Skoog, D. A., Holler, F. J., dan Crouch, S. R., 2016, *Principles of Instrumental Analysis Seventh Edition*, Cengage Learning, USA.
- Standar Nasional Indonesia, No.19.7119.7-2017, *Cara Uji Kadar Sulfur Dioksida (SO₂) dengan Metoda Pararosanilin Menggunakan Spektrofotometer*, BSN, Jakarta.
- Torowati dan Galuh, B. S., 2014, Penentuan Nilai Limit Deteksi dan Kuantitasi Alat Titrasi Potensiometer Untuk Analisis Uranium, *Jurnal BATAN*, **13**(7): 9-15.
- Wardhani, D. S. dan Utami, D. P., 2020, Perhitungan Estimasi Ketidakpastian Metode Pengukuran Nitrit (N-NO₂) Secara Spektrofotometri, *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, **18**(2): 107-113.
- Widodo, D., Kristianto, S., Susilawaty, A., Armus, R., Sari, M., Chaerul, M., Ahmad, S. N., Damanik, D., Sitorus, E., Marzuki, I., Mohamad, E., Junaedi, A. S., dan Mastutie, F., 2021, *Ekologi dan Ilmu Lingkungan*, Yayasan Kita Menulis, Medan.

Lampiran 1. Diagram Bagan Alir

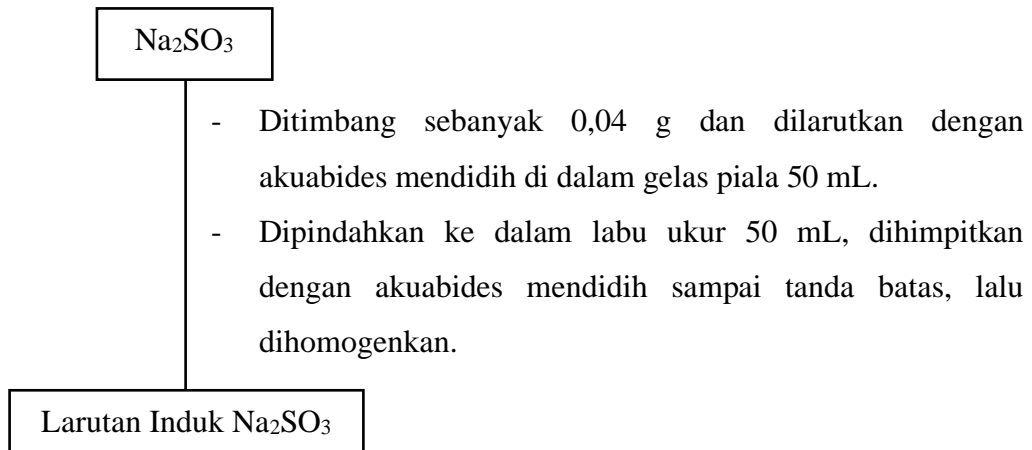


Lampiran 2. Bagan Kerja

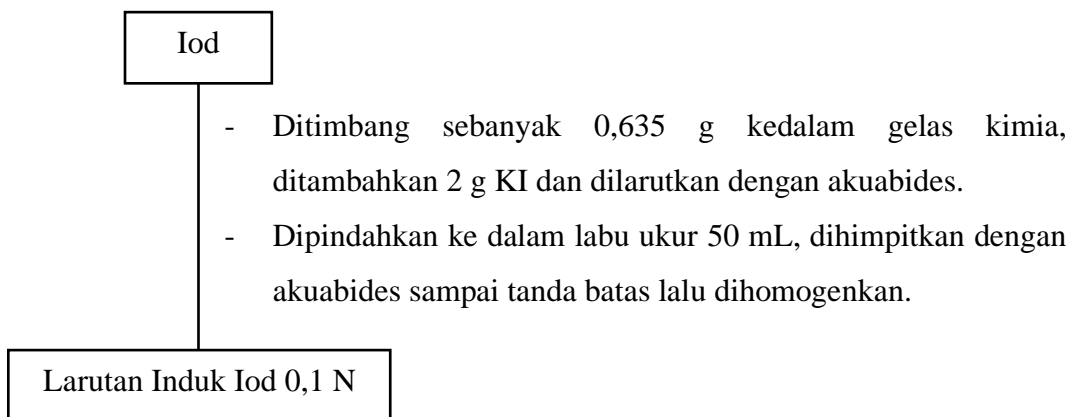
1. Pembuatan Larutan Penjerap Tetrakloromercurat (TCM) 0,04 M



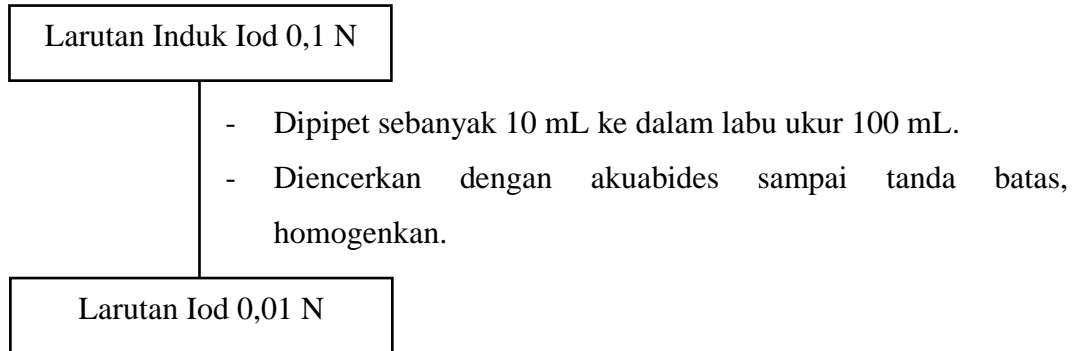
2. Pembuatan Larutan Induk Natrium Sulfit 50 mL



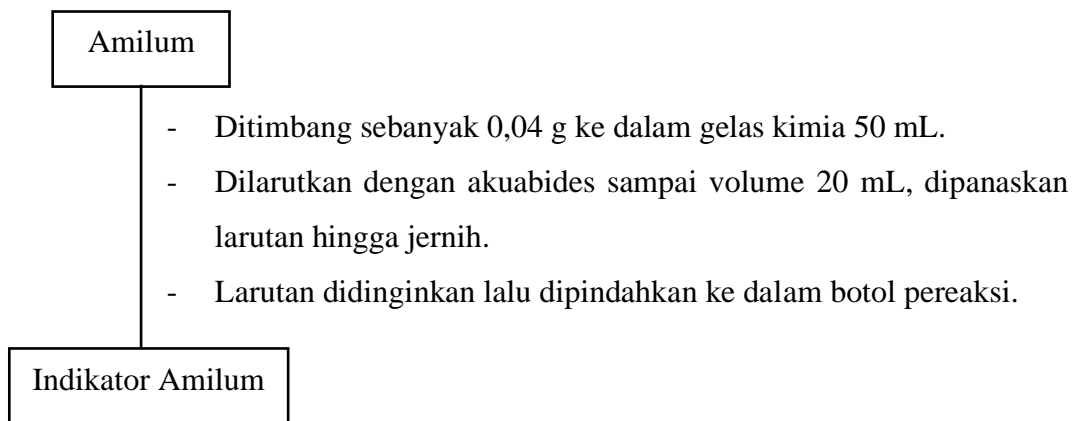
3. Pembuatan Larutan Induk Iod 0,1 N



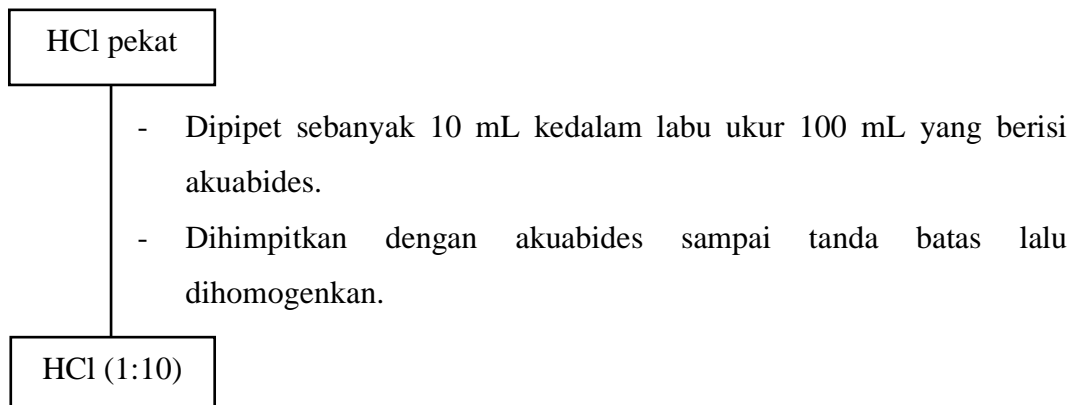
4. Pembuatan Larutan Iod 0,01 N



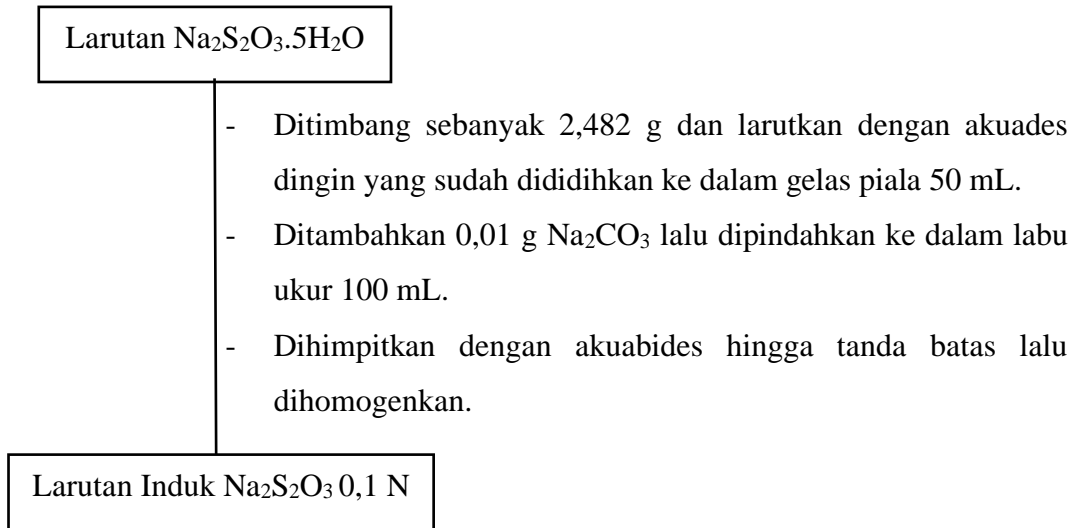
5. Pembuatan Larutan Amilum 20 mL



6. Pembuatan Larutan Asam Klorida (1:10) 100 mL

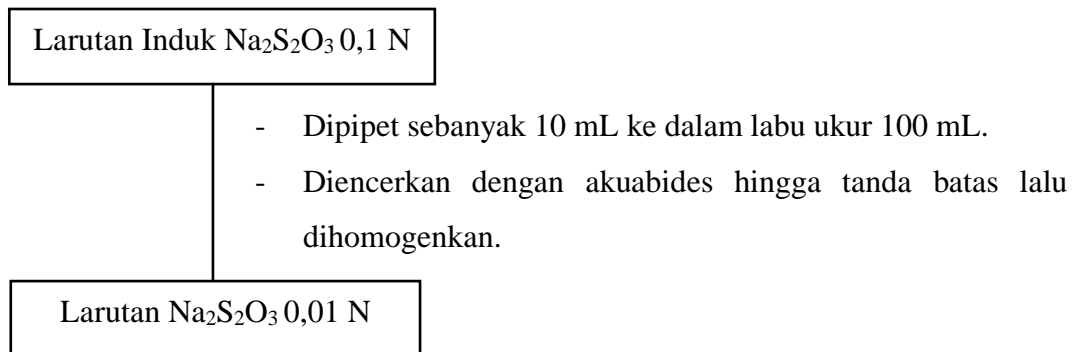


7. Pembuatan Larutan Induk Natrium Tiosulfat 0,1 N 100 mL

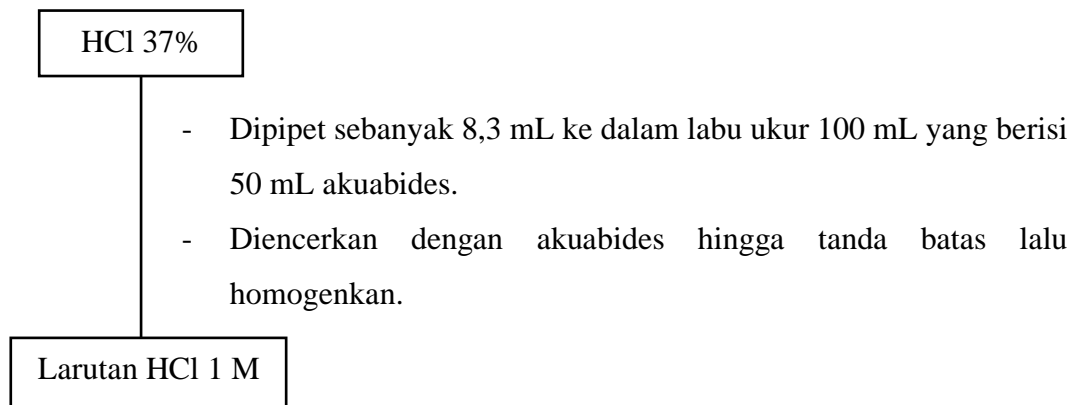


Catatan: Diamkan larutan selama 1 hari sebelum dilakukan standarisasi.

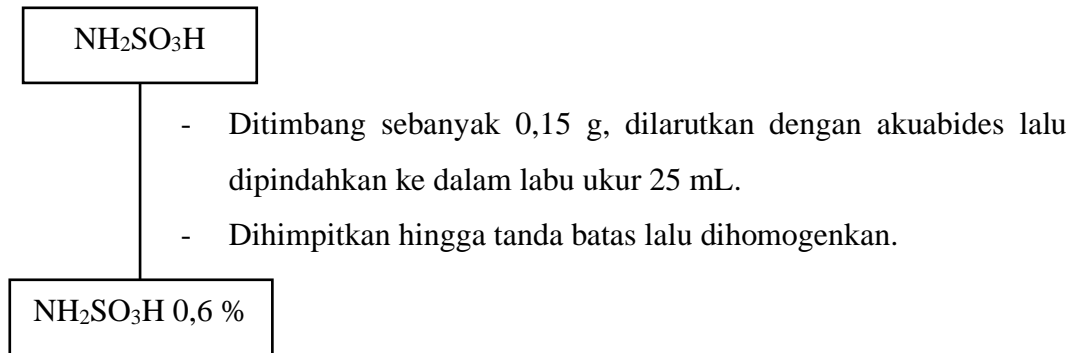
8. Pembuatan Larutan Natrium Tiosulfat 0,01 N



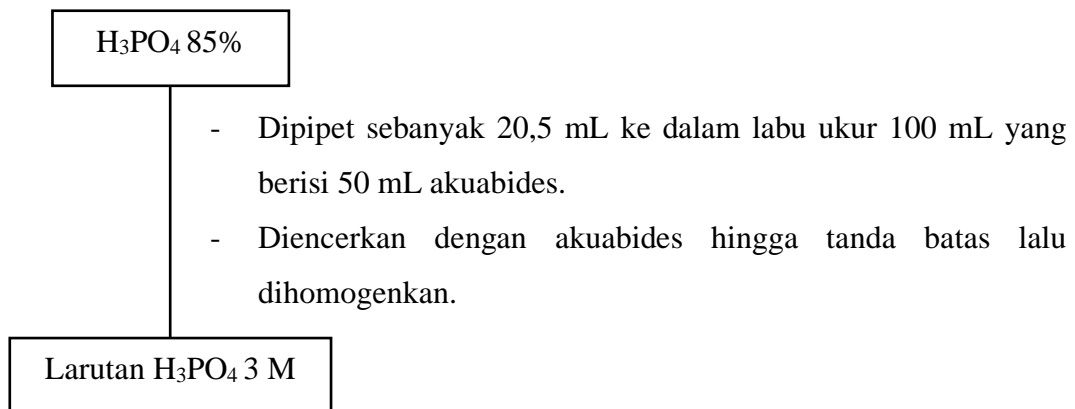
9. Pembuatan Larutan Asam Klorida 1 M



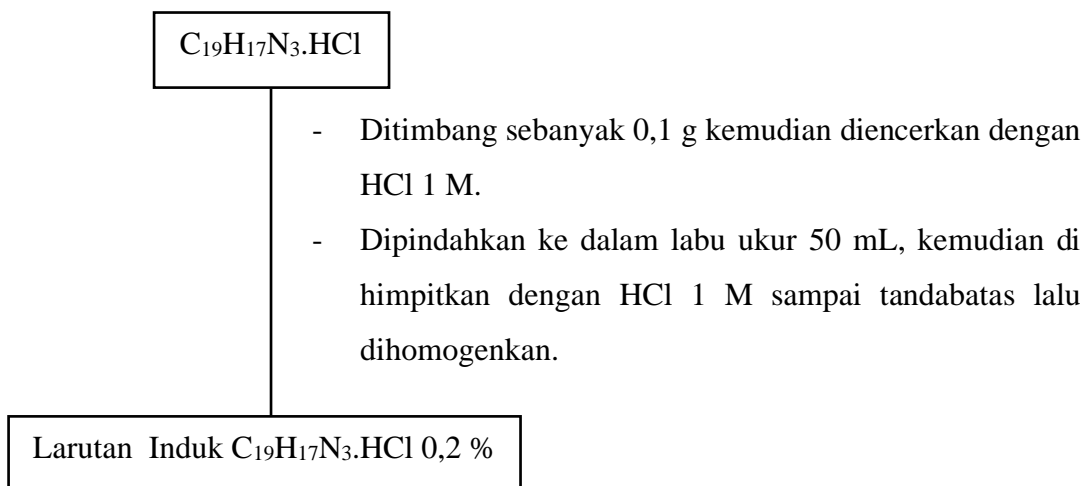
10. Pembuatan Larutan Asam Sulfamat 0,6 % 25 mL



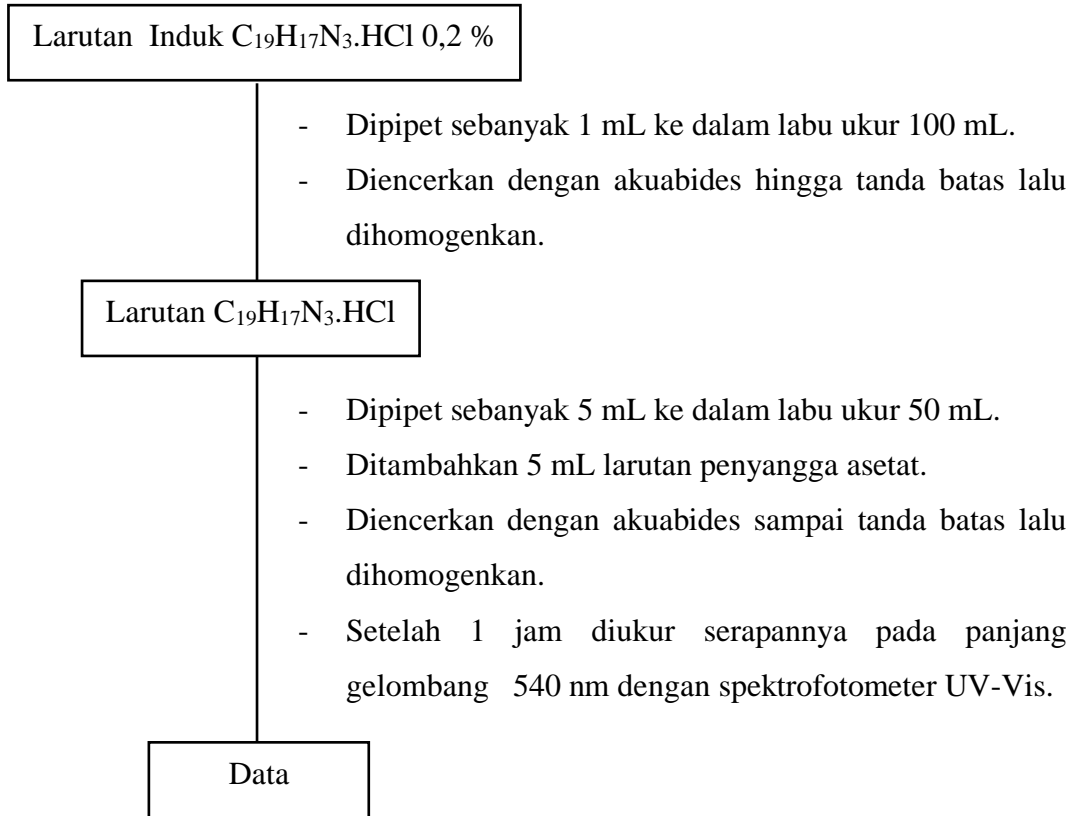
11. Pembuatan Larutan Asam Fosfat 3 M 100 mL



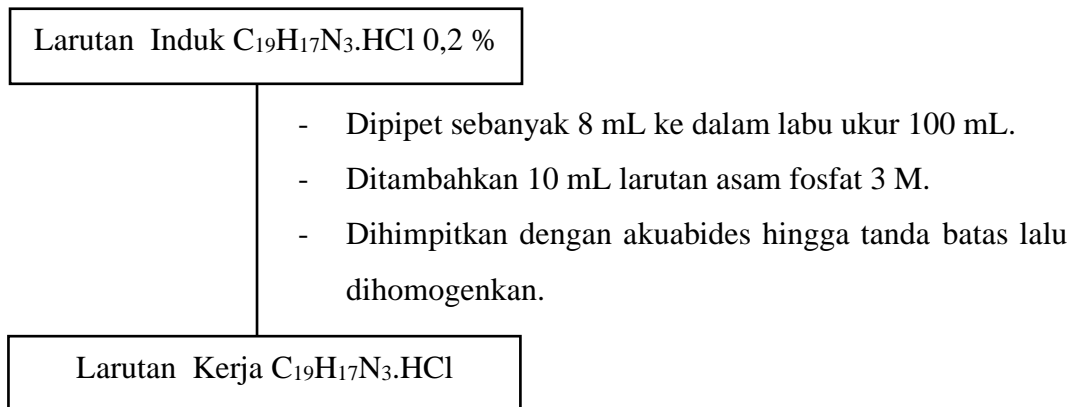
12. Pembuatan Larutan Induk Pararosanilin Hidroklorida 0,2 %



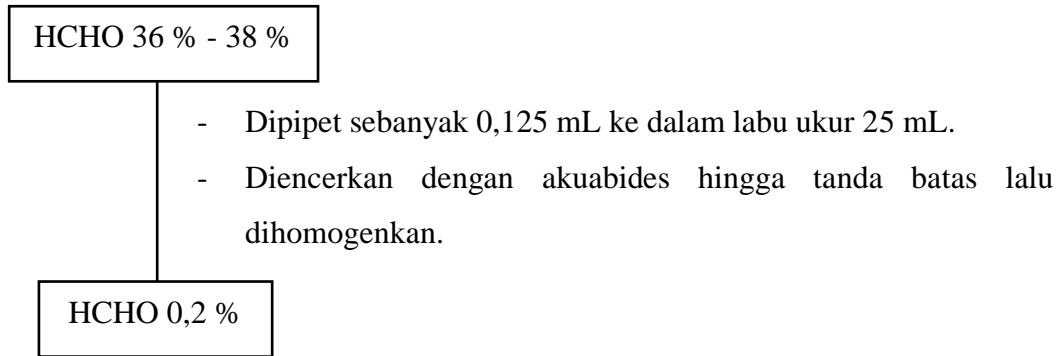
13. Penentuan Kemurnian Pararosanilin



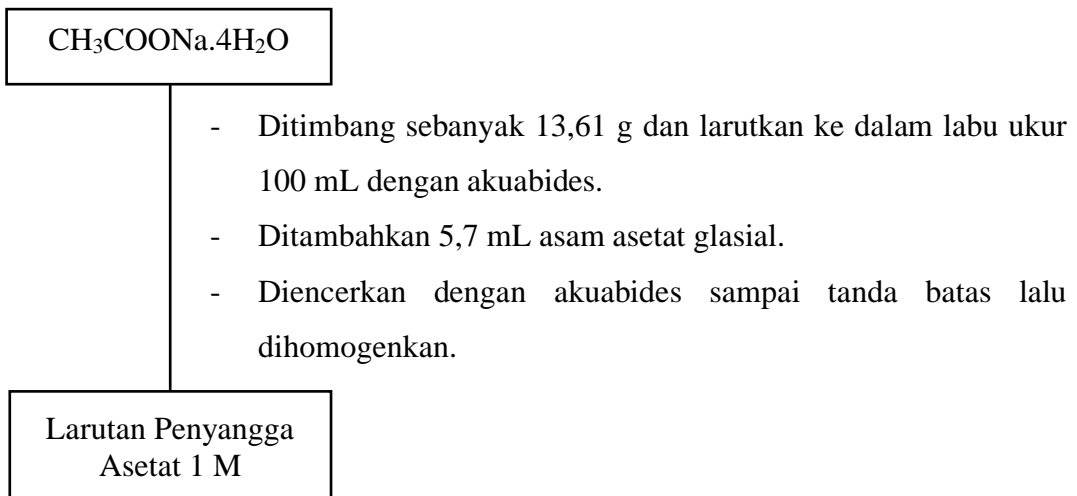
14. Pembuatan Larutan Kerja Pararosanilin



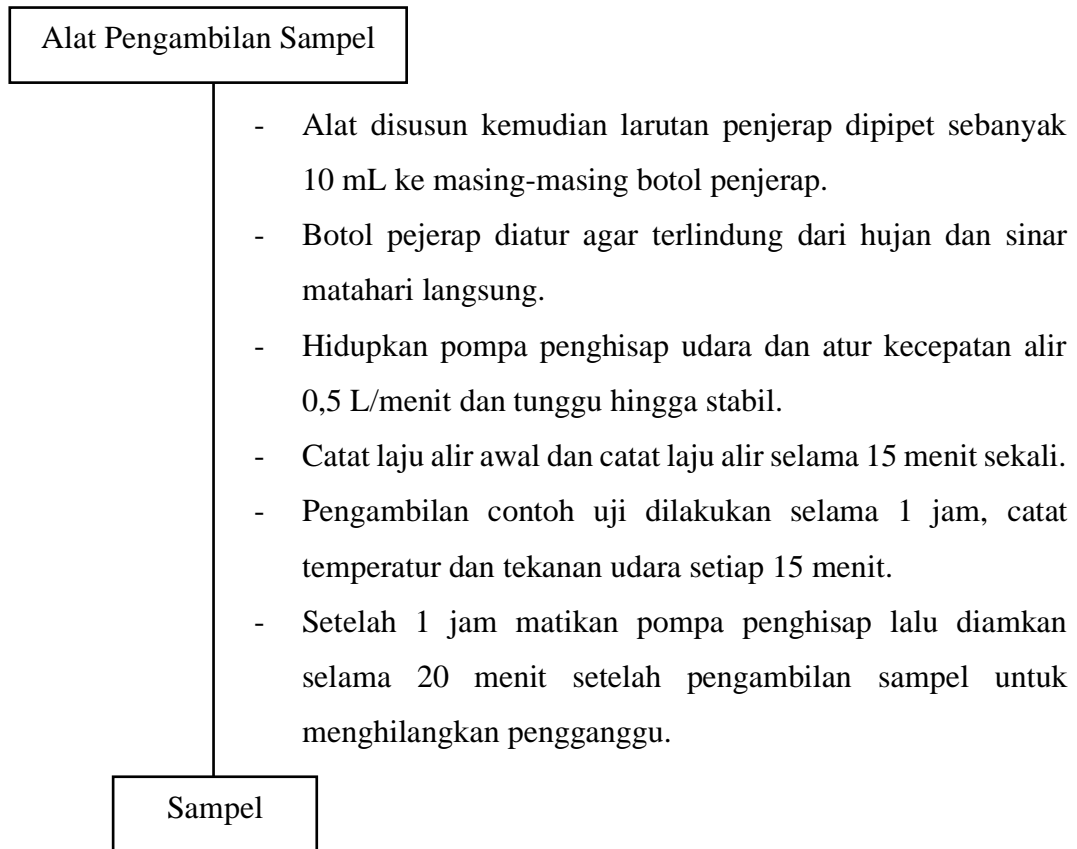
15. Pembuatan Larutan Formaldehida 0,2 %



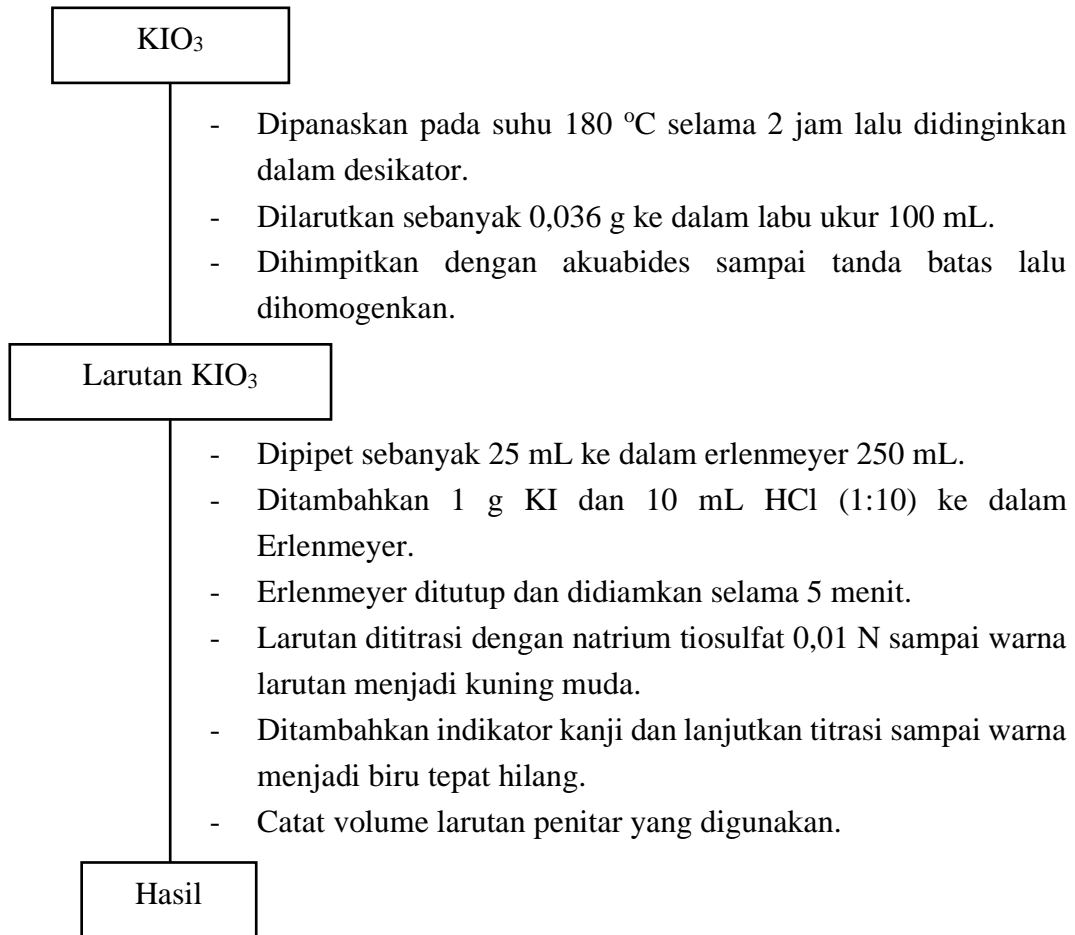
16. Pembuatan Larutan Penyangga Asetat 1 M (pH = 4,74)



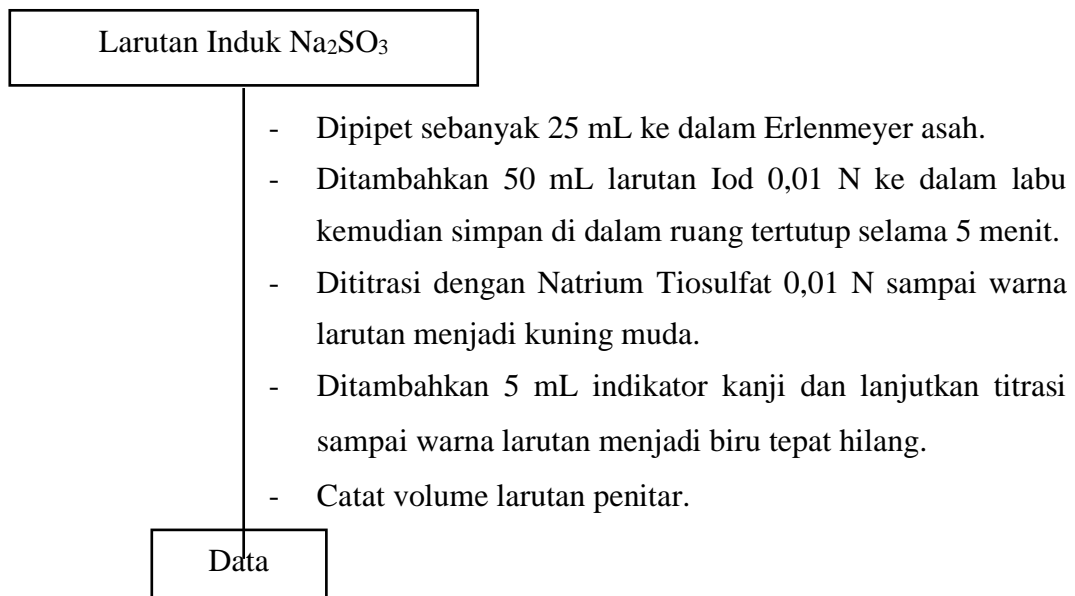
17. Pengambilan sampel selama 1 jam



18. Standarisasi Larutan Natrium Tiosulfat 0,01 N

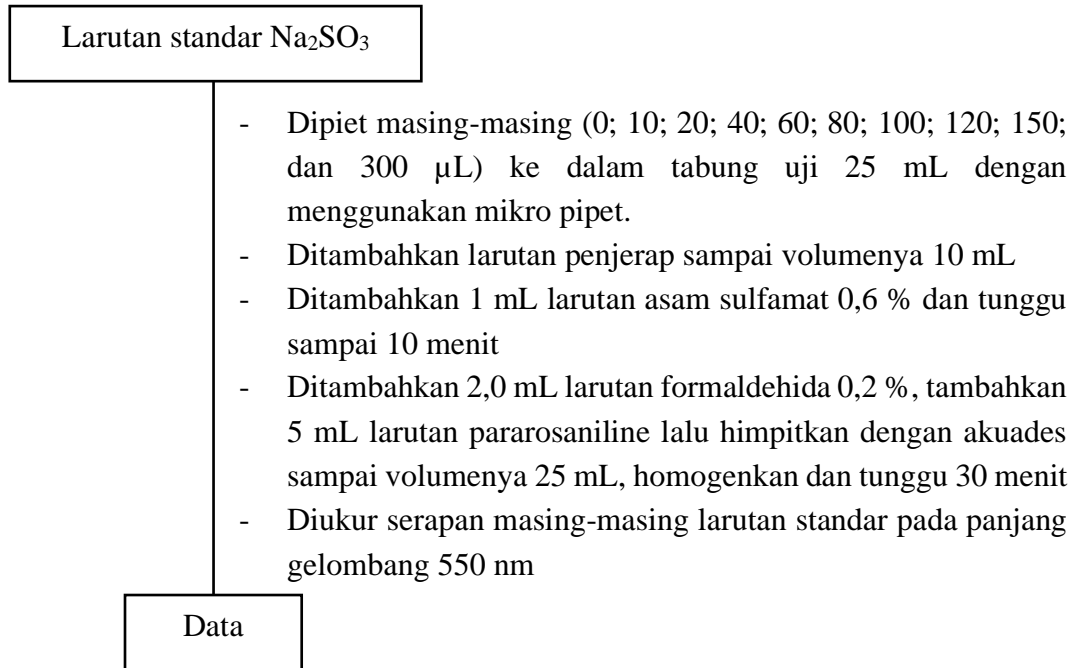


19. Penentuan Konsentrasi SO₂ dalam Larutan Induk Natrium Metabisulfid

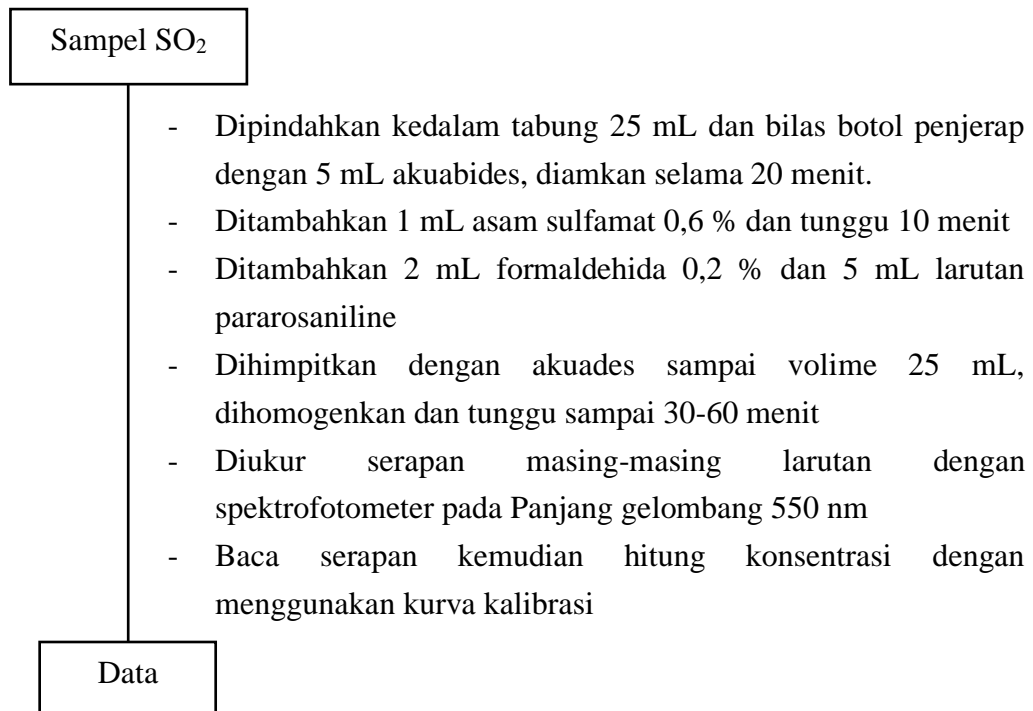


Catatan: Ulangi kembali prosedur diatas dengan menggunakan 25 mL akuabides sebagai blakonya

20. Pembuatan Kurva Kalibrasi



21. Pengujian Sampel Untuk Contoh Uji selama 1 Jam

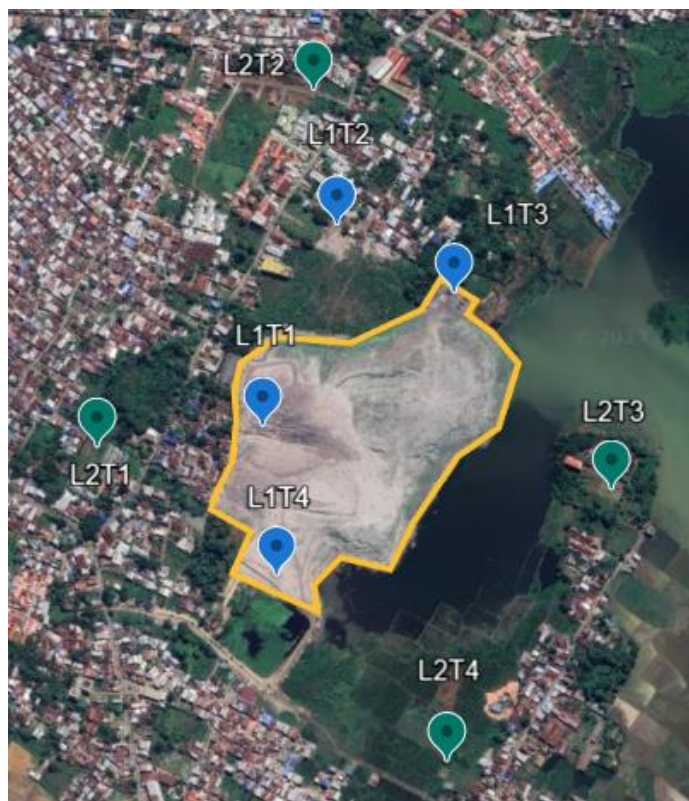


Catatan: Ulangi prosedur untuk pengujian blanko dengan menggunakan 10 mL larutan penjerap.

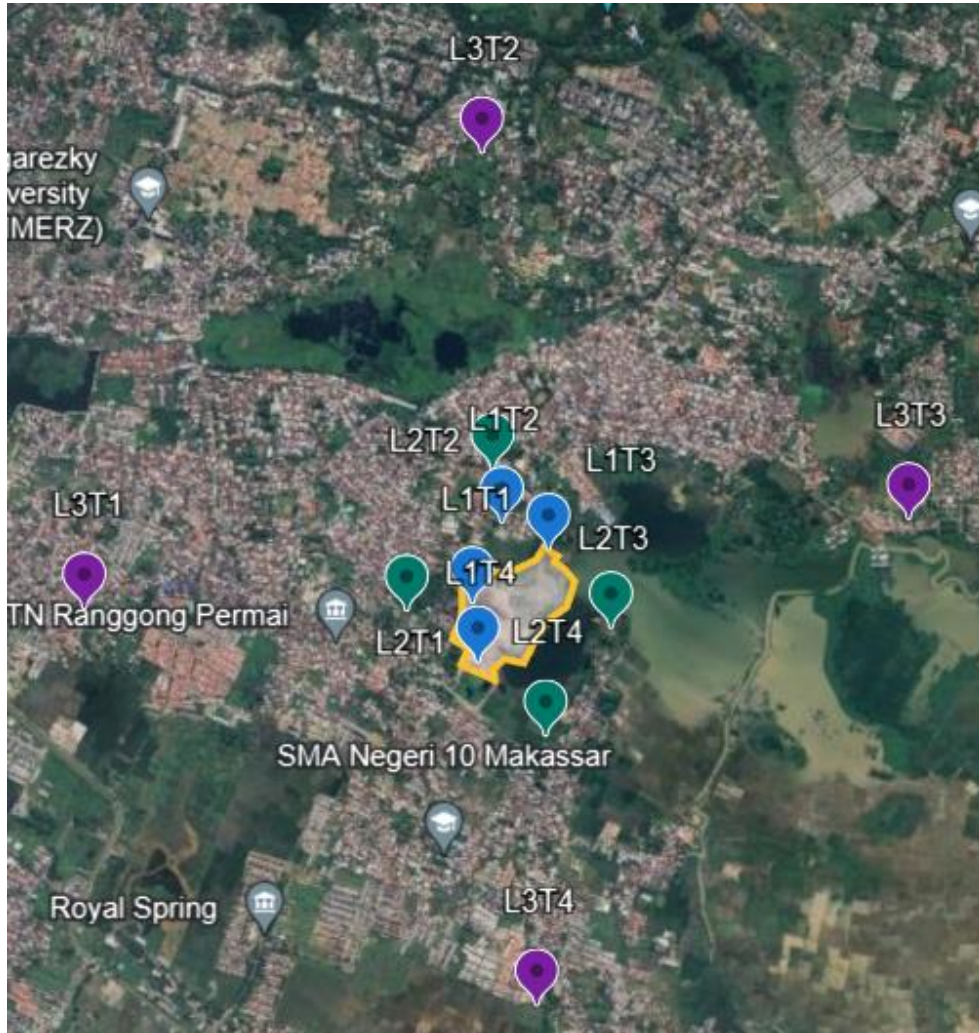
Lampiran 3. Peta Titik Sampling (Google Earth)



Titik Sampling *Layer 1*



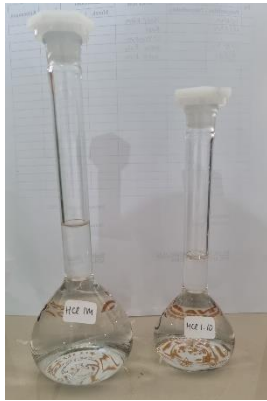
Titik Sampling *Layer 2*



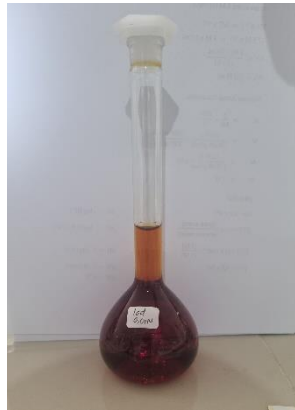
Titik Sampling *Layer 3*

Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Larutan



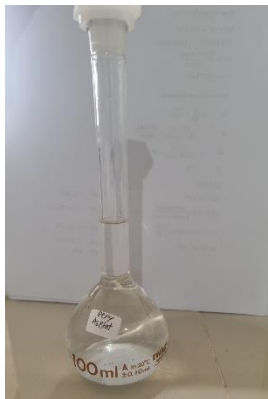
Pembuatan HCl 1 M
dan HCl 1:10



Pembuatan Iod 0,1 N



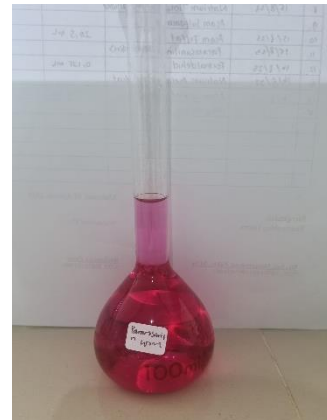
Amilum



Pembuatan
Penyanga Asetat



Pembuatn Larutan
Induk Pararosanilin



Kemurnian
Pararosanilin



Larutan Kerja
Pararosanilin

Standarisasi Natrium Tiosulfat 0,01 N



Larutan Na_2SO_3 dan blanko sebelum dititrasi dengan natrium tiosulfat 0,01 N



Setelah dititrasi dengan natrium tiosulfat 0,01 N sampai warna kuning muda



Ditambah 5 mL amilum lalu dititrasi kembali dengan natrium tiosulfat 0,01 N sampai warna biru tepat hilang

Larutan Standar



Larutan Standar SO_2

Sampling gas SO₂



Pengambilan Sampel gas SO₂

Pengujian Sampel



Sampel gas SO₂ pada layer 1



Sampel gas SO₂ pada layer 2



Sampel gas SO₂ pada layer 3

Lampiran 5. Perhitungan Pembuatan Larutan

1. Pembuatan Larutan Penjerap Tetrakloromercurat (TCM) 0,04 M

$$M = \frac{g}{Mr} \times \frac{1000}{V}$$
$$0,04 \text{ M} = \frac{g}{271,52 \text{ g/mol}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{1000 \text{ mL}}$$
$$g = 0,04 \text{ M} \times 271,52 \text{ g/mol}$$
$$g = 10,86 \text{ g}$$

2. Pembuatan Larutan Induk Iod 0,1 N

$$N = \frac{g \times \text{valensi}}{Mr \times \text{Volume}}$$
$$0,1 \text{ N} = \frac{g \times 2}{253,81 \text{ g/mol} \times 1 \text{ L}}$$
$$g = \frac{0,1 \text{ N} \times 253,81 \text{ g/mol}}{2}$$
$$g = 12,7 \text{ g}$$

3. Pembuatan Larutan Iod 0,01 N

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$
$$0,1 \text{ N} \times V1 = 0,01 \text{ N} \times 100 \text{ mL}$$
$$V1 = \frac{0,01 \text{ N} \times 100 \text{ mL}}{0,1 \text{ N}}$$
$$V1 = 10 \text{ mL}$$

4. Pembuatan Larutan Indikator Kanji

$$\% = \frac{g \text{ amilum}}{\text{Volume larutan (L)}}$$
$$2\% = \frac{g \text{ amilum}}{0,2 \text{ L}}$$
$$g \text{ amilum} = 0,4 \text{ gram}$$

5. Pembuatan Larutan Induk Natrium Tiosulfat 0,1 N

$$N = \frac{g \times 1000}{Mr \times Volume} \times val$$

$$0,1 N = \frac{g \times 1000}{248,18 \text{ g/mol} \times 100 \text{ mL}} \times 1$$

$$g = \frac{0,1 N \times 248,18 \text{ g/mol}}{10}$$

$$g = 2,482 \text{ g}$$

6. Pembuatan Larutan Natrium Tiosulfat 0,01 N

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

$$0,1 N \times V1 = 0,01 N \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{0,01 N \times 100 \text{ mL}}{0,1 N}$$

$$V1 = 10 \text{ mL}$$

7. Pembuatan Larutan Asam Klorida 1 M

$$N = \frac{10 \times \% \times bj}{Mr} \times val$$

$$N = \frac{10 \times 37\% \times 1,19 \text{ g/mL}}{36,59 \text{ g/mol}} \times 1$$

$$N = 12,06 N$$

$$N1 \times V1 = N2 \times V2$$

$$12,06 N \times V1 = 1 N \times 100 \text{ mL}$$

$$V1 = \frac{1 N \times 100 \text{ mL}}{12,06 N}$$

$$V1 = 8,3 \text{ mL}$$

8. Pembuatan Larutan Asam Sulfamat 0,6 %

$$\% = \frac{\text{berat}}{\text{Volume larutan (L)}}$$

$$6\% = \frac{\text{berat}}{25 \text{ mL}}$$

$$\text{berat} = 0,15 \text{ gram}$$

9. Pembuatan Larutan Asam Fosfat 3 M

$$N = \frac{10 \times \% \times b_j}{M_r} \times \text{val}$$

$$N = \frac{10 \times 85\% \times 1,685 \text{ g/mL}}{97,99 \text{ g/mol}} \times 1$$

$$N = 14,62 \text{ N}$$

$$N_1 \times V_1 = N_2 \times V_2$$

$$14,62 \text{ N} \times V_1 = 3 \text{ N} \times 100 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{3 \text{ N} \times 100 \text{ mL}}{14,62 \text{ N}}$$

$$V_1 = 20,5 \text{ mL}$$

10. Pembuatan Larutan Induk Pararosanilin Hidroklorida 0,2 %

$$\% = \frac{\text{berat}}{\text{Volume larutan (L)}}$$

$$0,2\% = \frac{\text{berat}}{50 \text{ mL}}$$

$$\text{berat} = 0,1 \text{ gram}$$

11. Pembuatan Larutan Formaldehida 0,2 %

$$\%_1 \times V_1 = \%_2 \times V_2$$

$$38\% \times V_1 = 0,2\% \times 25 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{0,2\% \times 25 \text{ mL}}{38\%}$$

$$V_1 = 0,125 \text{ mL}$$

12. Pembuatan Larutan Penyangga Asetat 1 M

Molaritas asam asetat glasial murni

$$M = \frac{\text{massa jenis} \times 10 \times \%}{\text{berat molekul}}$$

$$M = \frac{1,05 \text{ g/mL} \times 10 \times 100\%}{60,05 \text{ g/mol}}$$

$$M = 17,5 \text{ M}$$

Asam asetat 1 M (10 mL)

$$M_1 \times V_1 = M_2 \times V_2$$

$$17,5 \text{ M} \times V_1 = 1 \text{ M} \times 10 \text{ mL}$$

$$V_1 = \frac{1 \text{ M} \times 10 \text{ mL}}{17,5 \text{ M}}$$

$$V_1 = 0,571 \text{ mL}$$

Natrium Asetat Tetrahidrat

$$M = \frac{g}{M_r} \times \frac{1000}{V}$$

$$M = \frac{13,61 \text{ g}}{136,08 \text{ g/mol}} \times \frac{1000 \text{ mL}}{100 \text{ mL}}$$

$$M = \frac{13,61 \text{ g}}{136,08 \text{ g/mol}} \times 10$$

$$M = 1 \text{ M}$$

pH buffer

$$K_a = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$$

$$[\text{H}^+] = K_a \times \frac{[\text{asam asetat}]}{[\text{natrium asetat}]}$$

$$\text{pH} = -\log (1,8 \times 10^{-5})$$

$$[\text{H}^+] = (1,8 \times 10^{-5}) \times \frac{[1 \text{ M}]}{[1 \text{ M}]}$$

$$\text{pH} = 5 - \log (1,8)$$

$$[\text{H}^+] = 1,8 \times 10^{-5}$$

$$\text{pH} = 5 - 0,25527$$

$$\text{pH} = 4,74$$

13. Perhitungan Kemurnian Pararosanilin Hidroklorida

No	Nama	Absorbansi
1	Pararosanilin	0,491
2	Pararosanilin	0,500
3	Pararosanilin	0,500
Rata-rata		0,497

$$M = \frac{A \times 21,3}{W}$$

$$M = \frac{0,497 \times 21,3}{0,1000}$$

$$M = 105,76 \%$$

14. Standarisasi Natrium Tiosulfat 0,01 N

No	Massa KIO ₃ (g)	Vol KIO ₃ (mL)	Vol penitar (mL)
1	0,036	25	24,25
2	0,036	25	24,25
Rata-Rata			24,25

$$N = \frac{b \times 1000 \times V_1}{35,67 \times 100 \times V_2}$$

$$N = \frac{0,036 \text{ g} \times 1000 \times 25 \text{ mL}}{35,67 \times 100 \times 24,25 \text{ mL}}$$

$$N = 0,0104 \text{ N}$$

15. Kadar SO₂ dalam Larutan Induk Natrium Sulfit

No		Vol larutan (mL)	Vol penitar (mL)
1	Na ₂ SO ₃	25	32,95
2	Blanko	25	45,25

$$C = \frac{(V_b - V_c) \times N \times 32,03 \times 1000}{V_a}$$

$$C = \frac{(45,25 - 32,95 \text{ mL}) \times 0,0104 \text{ N} \times 32,03 \times 1000}{25 \text{ mL}}$$

$$C = 163,8911 \mu\text{g/mL}$$

Lampiran 5. Perhitungan Data Sampel dan Verifikasi

A. Perhitungan Data Sampling

1. Data sampling pada *Layer* 1 (Kamis, 7 September 2023).

Sampel	Konsentrasi SO ₂		Abs	Suhu (K)	Kelembaban (%RH)	Tekanan (mmHg)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin
	µg	µg/Nm ³						
L1T1	1,0356	35,8356	0,054	307,72	31,4	756	2,6	U → S
L1T2	1,2057	42,0195	0,060	309,52	25,6	755	5,5	BL→TG
L1T3	1,2340	42,7350	0,061	307,56	22,6	755	4	TL→BD
L1T4	1,1773	40,7656	0,059	307,96	20	756,1	4,5	BD→TL

Volume contoh uji udara yang diambil

$$V = \frac{\sum Q_i}{n} \times t \times \frac{Pa}{Ta} \times \frac{298}{760}$$

Layer 1 Titik 1 (L1T1)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{756}{307,72} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8995 \text{ Nm}^3$$

Layer 1 Titik 2 (L1T2)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755}{309,52} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,6934 \text{ Nm}^3$$

Layer 1 Titik 3 (L1T3)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755}{307,56} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8763 \text{ Nm}^3$$

Layer 1 Titik 4 (L1T4)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{756,1}{307,96} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8808 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) di udara ambien

$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

Layer 1 Titik 1 (L1T1)

$$C = \frac{1,0356}{28,8995} \times 1000$$

$$C = 35,8356 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 1 Titik 2 (L1T2)

$$C = \frac{1,2057}{28,6934} \times 1000$$

$$C = 42,0195 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 1 Titik 3 (L1T3)

$$C = \frac{1,2340}{28,8763} \times 1000$$

$$C = 42,7350 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 1 Titik 4 (L1T4)

$$C = \frac{1,1773}{28,8808} \times 1000$$

$$C = 40,7656 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

2. Data sampling pada *Layer 2* (Jumat, 8 September 2023).

Sampel	Konsentrasi SO ₂		Abs	Suhu (K)	Kelembaban (%RH)	Tekanan (mmHg)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin
	μg	μg/Nm ³						
L2T1	1,3474	46,4900	0,065	306,92	20,8	756,2	4,3	B→T
L2T2	1,0640	36,6269	0,055	306,38	24	756,6	1,8	BL→TG
L2T3	1,4324	49,3668	0,068	306,08	44,6	755	4,5	B→T
L2T4	1,3757	47,6208	0,066	307,42	30,6	755	5	BD→TL

Volume contoh uji udara yang diambil

$$V = \frac{\sum Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760}$$

Layer 2 Titik 1 (L2T1)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{756,2}{306,92} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,9825 \text{ Nm}^3$$

Layer 2 Titik 2 (L2T2)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{756,6}{306,38} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 29,0489 \text{ Nm}^3$$

Layer 2 Titik 3 (L2T3)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755}{306,08} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 29,0159 \text{ Nm}^3$$

Layer 2 Titik 4 (L2T4)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755}{307,42} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8894 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) di udara ambien

$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

Layer 2 Titik 1 (L2T1)

$$C = \frac{1,3474}{28,9825} \times 1000$$

$$C = 46,4900 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 2 Titik 2 (L2T2)

$$C = \frac{1,0640}{29,0489} \times 1000$$

$$C = 36,6269 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Layer 2 Titik 3 (L2T3)

$$C = \frac{1,4324}{29,0159} \times 1000$$

$$C = 49,3668 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Layer 2 Titik 4 (L2T4)

$$C = \frac{1,3757}{28,8894} \times 1000$$

$$C = 47,6208 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

3. Data sampling pada Layer 3 (Senin, 11 September 2023).

Sampel	Konsentrasi SO ₂		Abs	Suhu (K)	Kelembaban (%RH)	Tekanan (mmHg)	Kec. Angin (m/s)	Arah Angin
	μg	μg/Nm ³						
L3T1	1,5741	54,5925	0,073	307,6	36,2	754	7,3	S→U
L3T2	1,4608	50,6420	0,069	308,22	23,6	755,8	8,3	U→S
L3T3	1,7442	60,5822	0,079	308,64	26,8	755,4	9,3	B→T
L3T4	1,5458	53,8083	0,072	308,74	31,4	754	7,2	TG→BL

Volume contoh uji udara yang diambil

$$V = \frac{\sum Q_i}{n} \times t \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760}$$

Layer 3 Titik 1 (L3T1)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{754}{307,6} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8343 \text{ Nm}^3$$

Layer 3 Titik 2 (L3T2)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755,8}{308,22} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,8450 \text{ Nm}^3$$

Layer 3 Titik 3 (L3T3)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{755,4}{308,64} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,7905 \text{ Nm}^3$$

Layer 3 Titik 4 (L3T4)

$$V = \frac{2,5}{5} \times 60 \times \frac{754}{308,74} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 28,7278 \text{ Nm}^3$$

Konsentrasi sulfur dioksida (SO₂) di udara ambien

$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

Layer 3 Titik 1 (L3T1)

$$C = \frac{1,5741}{28,8343} \times 1000$$

$$C = 54,5925 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 3 Titik 2 (L3T2)

$$C = \frac{1,4608}{28,8450} \times 1000$$

$$C = 50,6420 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 3 Titik 3 (L3T3)

$$C = \frac{1,7442}{28,7905} \times 1000$$

$$C = 60,5822 \text{ } \mu\text{g/Nm}^3$$

Layer 3 Titik 4 (L3T4)

$$C = \frac{1,5458}{28,7278} \times 1000$$

$$C = 53,8083 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

A. Verifikasi Metode

1. Linieritas

Larutan Standar	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{SO}_2$	$\mu\text{g SO}_2$	Absorbansi
Blanko	0	0	0,000
Std 1	54,6667	1,64	0,041
Std 2	109,3333	3,28	0,128
Std 3	218,6667	6,56	0,244
Std 4	327,6667	9,83	0,392
Std 5	546,3333	19,67	0,748
Std 6	819,3333	32,78	1,221
Std 7	1639,0000	49,17	1,703
Rata-rata		122,93	4,477
<i>Slope</i>			0,0353
<i>Intercept</i>			0,0175
<i>Coefficient Determination (R²)</i>			0,9969
<i>Correlation Coefficient (r)</i>			0,9985
<i>STEYX</i>			0,0371
Batas Keberterimaan			$r \geq 0,995$
Kesimpulan Linearitas			Diterima

Steyx (Standar Error)

$$S_{y-x} = \sqrt{\left[\frac{1}{n(n-2)} \right] \left[n\sum y^2 - (\sum y)^2 - \frac{[n\sum xy - (\sum x)(\sum y)]^2}{n\sum x^2 - (\sum x)^2} \right]}$$

$$S_{y-x} = \sqrt{\left[\frac{1}{8(8-2)} \right] \left[(8 \times 5,182) - 20,0435 - \frac{[(8 \times 144,4151) - (122,93)(4,477)]^2}{(8 \times 4032,2367) - (15111,7849)} \right]}$$

$$S_{y-x} = 0,0371$$

2. Akurasi Standar Rendah

Larutan Standar	Konsentrasi		Absorbansi	x	xi-x	(xi-x) ²	%Recovery
	µg/Nm ³ SO ₂	µg SO ₂					
Std 1	53.9333	1.618	0.074	1.640	-0.02200	0.000484	98.6585
Std 2	54.3667	1.631	0.074		-0.00900	0.000081	99.4512
Std 3	54.6000	1.638	0.074		-0.00200	0.000004	99.8780
Std 4	54.6000	1.638	0.074		-0.00200	0.000004	99.8780
Std 5	54.9333	1.648	0.074		0.00800	0.000064	100.4878
Std 6	55.1667	1.655	0.074		0.01500	0.000225	100.9146
Std 7	55.3000	1.659	0.074		0.01900	0.000361	101.1585
Rata-Rata	54.700	1.641	0.074		0.001	0.000	100.0610
Jumlah	382.9000	11.4870	0.5180		0.0070	0.0012	
Slope			0.0353				
Intercept			0.0175				
SD			0.0142				

Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}}$$

$$SD = 0,0142$$

Pengulangan kembali (%recovery)

$$\%Recovery = \frac{\text{Konsentrasi Terukur}}{\text{Konsentrasi Sebernarnya}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan

$$\%Recovery = \frac{1,618}{1,64} \times 100\%$$

$$\%Recovery = 98,6585\%$$

3. Akurasi Standar Tinggi

Larutan Standar	Konsentrasi		Absorbansi	x	xi-x	(xi-x) ²	%Recovery
	µg/Nm ³ SO ₂	µg SO ₂					
Std 1	1637.93	49.138	1.751	49.170	-0.03200	0.001024	99.9349
Std 2	1638.63	49.159	1.751		-0.01100	0.000121	99.9776
Std 3	1638.80	49.164	1.751		-0.00600	0.000036	99.9878
Std 4	1639.10	49.173	1.751		0.00300	0.000009	100.0061
Std 5	1639.40	49.182	1.751		0.01200	0.000144	100.0244
Std 6	1639.40	49.182	1.751		0.01200	0.000144	100.0244
Std 7	1640.43	49.213	1.751		0.04300	0.001849	100.0875
Rata-Rata	1639.100	49.173	1.751		0.003	0.00048	100.0061
Jumlah	11473.7000	344.2110	12.2570		0.0210	0.0033	
Slope			0.0353				
Intercept			0.0175				
SD			0.0233				

Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}}$$

$$SD = 0,0233$$

Pengulangan kembali (%recovery)

$$\%Recovery = \frac{\text{Konsentrasi Terukur}}{\text{Konsentrasi Sebernarnya}} \times 100\%$$

Contoh perhitungan

$$\%Recovery = \frac{49,138}{19,17} \times 100\%$$

$$\%Recovery = 99,9349\%$$

4. Presisi Standar Tengah

Pengulangan	Absorbansi	Konsentrasi (µg)	%Recovery
1	0.364	9.819	99.88809766
2	0.364	9.825	99.9491353
3	0.364	9.827	99.96948118
4	0.364	9.831	100.0101729
5	0.364	9.833	100.0305188
6	0.364	9.838	100.0813835
7	0.364	9.841	100.1119023
Rata-rata	0.364	9.831	100.006
Standar Deviasi			0.0076
%RSD			0.0774
0.5 x CV Horwitz			16.0412
%RSD < 0.5 CV Horwitz			Diterima
Horrat			0.005

Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = 0,0076$$

Standar Deviasi Residual (%RSD)

$$\%RSD = \frac{SD}{\text{Rata-rata konsentrasi terukur}} \times 100\%$$

$$\%RSD = \frac{0,0076}{9,831} \times 100\%$$

$$\%RSD = 0,0774\%$$

0,5 x %CV Horwitz

$$0,5 \%CV \text{ Horwitz} = 0,5 \times 2^{1-0,5 \log c}$$

$$0,5 \%CV \text{ Horwitz} = 0,5 \times 2^{1-0,5 \log (9,831 \times 10^{-9})}$$

$$0,5 \%CV \text{ Horwitz} = 16,0412\%$$

Horrat (Horwitz *Ratio*)

$$\text{Horrat} = \frac{\%RSD}{0,5 \%CV \text{ Horwitz}}$$

$$\text{Horrat} = \frac{0,0774\%}{16,0412\%}$$

$$\text{Horrat} = 0,005$$

5. MDL (*Method Detection of Limit*)

Larutan Standar	Konsentrasi		Absorbansi
	$\mu\text{g}/\text{Nm}^3 \text{SO}_2$	$\mu\text{g SO}_2$	
Std 1	53.9333	1.618	0.074
Std 2	54.3667	1.631	0.074
Std 3	54.6000	1.638	0.074
Std 4	54.6000	1.638	0.074
Std 5	54.9333	1.648	0.074
Std 6	55.1667	1.655	0.074
Std 7	55.3000	1.659	0.074
Rata-Rata	54.7000	1.64	0.074
Intercept (b)	0.0175		
Slope (a)	0.0353		
SD	0.0142		
MDL estimasi	0.6564		
Syarat	Intercept \leq MDL estimasi		
Keberterimaan	Diterima		

Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

$$SD = 0,0142$$

MDL estimasi

$$\text{MDL estimasi} = \frac{4}{10} \times \text{Konsentrasi terendah}$$

$$\text{MDL estimasi} = 0,6564$$

6. LOD (*Limit of Detection*) dan LOQ (*Limit of Quantification*)

Larutan Standar	Konsentrasi		Absorbansi	x	(xi-x)	(xi-x) ²
	µg/Nm ³ SO ₂	µg SO ₂				
Std 1	327.2933	9.8188	0.364	9.830	-0.01120	0.000125440
Std 2	327.5100	9.8253	0.364		-0.00470	0.000022090
Std 3	327.5533	9.8266	0.364		-0.00340	0.000011560
Std 4	327.6967	9.8309	0.364		0.00090	0.000000810
Std 5	327.7833	9.8335	0.364		0.00350	0.000012250
Std 6	327.9433	9.8383	0.364		0.00830	0.000068890
Std 7	328.0300	9.8409	0.364		0.01090	0.000118810
Rata-Rata	327.687	9.831	0.364		0.00061	0.00005
Jumlah	2293.8100	68.8143	2.5459		0.0043	0.00035985
Slope	0.0353					
Intercept	0.0175					
SD	0.0078					
LOD (µg)	0.6557					
LOQ (µg)	2.1858					

Standar Deviasi

$$SD = \sqrt{\frac{\sum(xi-x)^2}{n-1}}$$

$$SD = 0,0078$$

LOD (*Limit of Detection*)

$$LOD = \frac{3 \times SD}{Slope}$$

$$LOD = \frac{3 \times 0,0078}{0,0353}$$

$$LOD = 0,6557 \mu g$$

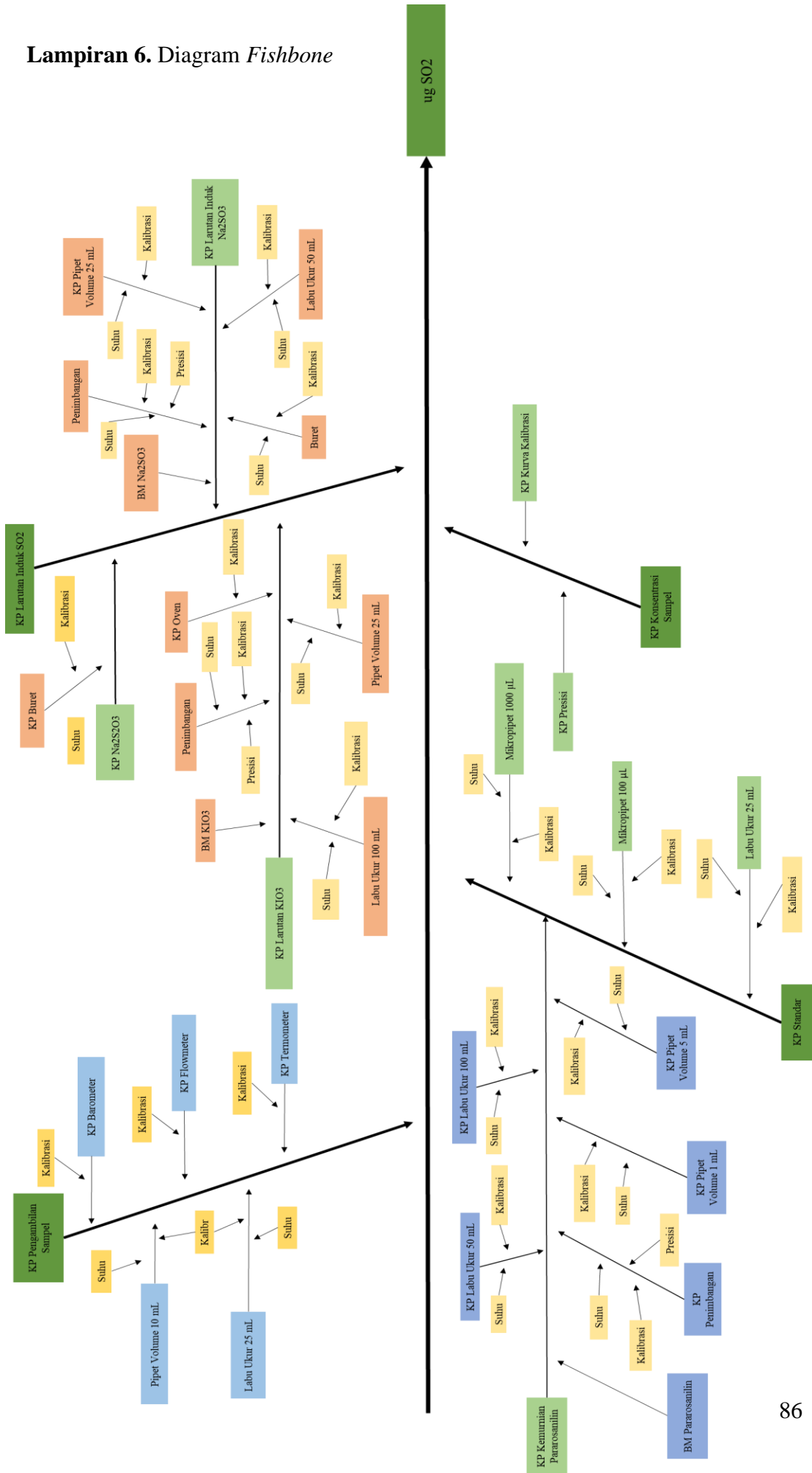
LOQ (*Limit of Quantification*)

$$LOQ = \frac{10 \times SD}{Slope}$$

$$LOQ = \frac{10 \times 0,0078}{0,0353}$$

$$LOQ = 2,1858 \mu g$$

Lampiran 6. Diagram *Fishbone*



Lampiran 7. Estimasi Ketidakpastian Pengukuran

A. Ketidakpastian Pemipetan Sampel

1. Asal Sumber Ketidakpastian

Labu Ukur 25 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		25	0.04	1.7321	0.023093355	0.000533
	Efek Temperatur	Volume (mL)	Variasi Temp Lab (°C)	Koef (C ⁻¹)	$\mu(VT)$	$(\mu VT)^2$
		25	1.4	0.00021	0.00424	1.80E-05
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
		0.0445				1.98E-03
KP Gabungan					μG	
					5.03E-02	
Pipet Volume 10 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		10	0.006	2	0.003	9.00E-06
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat kalibrasi Pipet Vol 100 mL	Koef (C ⁻¹)	$\mu(T)$	μT
		1.1812	22.5	0.00021	0.0525	1.10E-04
	Presisi Pipet Volume	SD				(SD) ²
		0.0028				7.84E-06
KP Gabungan					μG	
					4.11E-03	
Barometer	Kalibrasi	Pa (mmHg)	μ	k, U95%	μ/k	$(\mu/k)^2$
		760	1.3	1.99	0.653266332	4.27E-01
Flowmeter	Kalibrasi	Q (Nm ³ /menit)	μ	k, U95%	μ/k	$(\mu/k)^2$
		0.4	0.11	2	0.055	3.03E-03
Termometer	Kalibrasi	T (oC)	μ	k, U95%	μ/k	$(\mu/k)^2$
		25	0.92	1.99	0.462311558	2.14E-01

Ketidakpatian Gabungan

Contoh Perhitungan

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu VT)^2 + (SD)^2]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[0,000533 + (1,80 \times 10^{-5}) + (1,98 \times 10^{-3})]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = 0,0503$$

B. Ketidakpastian Larutan Standar

1. Kemurnian Na₂SO₃

Penimbangan Na ₂ SO ₃	Kalibrasi	massa (mg)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k) ²	
		100	0.4065	1.97	0.206345178	4.26E-02	
	Presisi Neraca	SD					SD ²
		0.0001179					1.39E-08
	KP Gabungan						μG
							2.06E-01
	massa Na ₂ SO ₃ (x)	Satuan					
	40	mg					
Berat Molekul Na ₂ SO ₃	Unsur	Berat Atom (g/mol)	Quoted uncertainty (Qu) (g)	√3	μ=Qu/ √3 (g)		
	Na	22.9	0.001	1.732	0.000577		
	S	32.06	0.02	1.732	0.011547		
	O	15.999	0.001	1.732	0.000577		

Untuk Na ₂ SO ₃	Berat Molekul (g/mol)	Quoted Uncertainty Berat Molekul (QuBM) (g)	μBM= QuBM/√3 (g)	μ ² BM
2 Na	45.8	0.002	0.001154701	0.00000133
1 S	32.06	0.02	0.011547005	0.00013333
3 O	47.997	0.003	0.001732051	0.000003
M				
Na ₂ SO ₃	125.857		Jumlah	0.00013767
			μx	0,01173

Labu Ukur 50 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		50	0.016	2	0.008	6.40E-05
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi LU 50	Koef (C ⁻¹)	$\mu(T)$	μT
		1.1812	22.5	0.00021	0.0525	5.51E-04
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
		0.0135				1.82E-04
KP Gabungan					uG	
					1.57E-02	
Pipet Volume 25 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		25	0.03	1.73205	0.01732	3.00E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi Pipet Volume 25	Koef (C ⁻¹)	u(T)	(uT) ²
		0.3855	20	0.00021	0.0193	1.03E-08
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
		0.00691				4.77E-05
KP Gabungan					uG	
					1.86E-02	
Buret 10 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		10	0.024	2	0.012	1.44E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi Buret	Koef (C ⁻¹)	u(T)	(uT) ²
		1.1812	22.6	0.00021	0.0523	1.21E-08
	Presisi Buret	SD				(SD) ²
		0.0188				3.53E-04
KP Gabungan					uG	
					2.23E-02	

Ketidakpatian Gabungan

Contoh Perhitungan

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu VT)^2 + (SD)^2]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(6,50 \times 10^{-5}) + (5,51 \times 10^{-4}) + (1,82 \times 10^{-4})]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = 0,0157$$

Ketidakpastian Berat Molekul

$$\text{KP Berat Molekul} = \sqrt{\sum \mu^2 \text{BM}}$$

$$\text{KP Berat Molekul} = \sqrt{0,00013767}$$

$$\text{KP Berat Molekul} = 0,01173$$

2. Ketidakpastian Na₂S₂O₃

	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		10	0.024	2	0.012	1.44E-04
Buret 10 mL	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi Buret	Koef (C ⁻¹)	u(T)	(uT) ²
		1.1812	22.6	0.00021	0.0523	1.21E-08
Presisi Buret	SD					(SD) ²
		0.0188				3.53E-04
KP Gabungan						μG
						2.23E-02

Ketidakpatian Gabungan

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu T)^2 + (SD)^2]}$$

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(1,44 \times 10^{-4}) + (1,21 \times 10^{-8}) + (3,53 \times 10^{-4})]}$$

$$\text{KP Gabungan} = 0,0223$$

3. Kemurnian KIO₃

	Kalibrasi	massa (mg)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		100	0.4065	1.97	0.206345178	4.26E-02
Penimbangan KIO ₃	Presisi Neraca	SD				SD ²
		0.0001179				1.39E-08
KP Gabungan						μG
						2.06E-01
massa KIO ₃ (x)	Satuan					
36	mg					

Berat Molekul KIO ₃	Unsur	Berat Atom (g/mol)	Quoted uncertainty (Qu) (g)	$\sqrt{3}$	$\mu=Qu/\sqrt{3}$ (g)
	K	39.098	0.001	1.732	0.000577
	I	126.9	0.01	1.732	0.005774
	O	15.999	0.001	1.732	0.000577

Untuk KIO ₃	Berat Molekul (g/mol)	Quoted Uncertainty Berat Moleekul (QuBM) (g)	$\mu_{BM} = Qu_{BM} / \sqrt{3}$ (g)	μ^2 BM
1 K	39.098	0.001	0.000577350	0.00000033
1 I	126.9	0.01	0.005773503	0.00003333
3 O	47.997	0.003	0.001732051	0.000003
M				
KIO ₃	213.995		Jumlah	0.00003667
			μ_x	0,0061

Labu Ukur 100 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		100	0.03	2	0.015	2.25E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi LU 100	Koef (C ⁻¹)	u(T)	uT
		0.3855	22.6	0.00021	0.0171	3.59E-04
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
	0.0219				4.80E-04	
	KP Gabungan					uG
						2.65E-02
Pipet Volume 25 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		25	0.03	1.7320	0.01732	3.00E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi Pipet Volume 25	Koef (C ⁻¹)	u(T)	(uT) ²
		0.3855	20	0.00021	0.0193	1.03E-08
	Presisi Pipet Volume	SD				(SD) ²
	0.00691				4.77E-05	
	KP Gabungan					uG
						1.86E-02
Buret 10 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		10	0.024	2	0.012	1.44E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi Buret	Koef (C ⁻¹)	u(T)	(uT) ²
	1.1812	22.6	0.00021	0.0523	1.21E-08	

	Presisi Buret	SD				(SD)²
		0.0188				3.53E-04
	KP Gabungan					uG
						2.23E-02
Oven	Kalibrasi	Suhu	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k)²
		150	1.48	2	0.74	5.48E-01

Ketidakpatian Gabungan

Contoh Perhitungan

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu VT)^2 + (SD)^2]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(1,44 \times 10^{-4}) + (1,21 \times 10^{-8}) + (3,53 \times 10^{-4})]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = 0,0223$$

Ketidakpastian Berat Molekul KIO₃

$$KP \text{ Berat Molekul} = \sqrt{\sum \mu^2 BM}$$

$$KP \text{ Berat Molekul} = \sqrt{0,00003667}$$

$$KP \text{ Berat Molekul} = 0,0061$$

C. Ketidakpastian Standar

1. Ketidakpastian Pararosanilin

Penimbangan Pararosanilin	Kalibrasi	massa (mg)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k)²
		100	0.4065	1.97	0.20634	4.26E-02
	Presisi Neraca	SD				SD²
		0.0001179				1.39E-08
	KP Gabungan					μG
						2.06E-01
	massa C₁₉H₁₈ClN₃ (x)	Satuan				
	100	mg				

Berat Molekul Pararosanilin (C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃)	Unsur	Berat Atom (g/mol)	Quoted uncertainty (Qu) (g)	√3	μ=Qu/√3 (g)
	C	12.011	0.002	1.732	0.001155
	H	1.008	0.0002	1.732	0.000115
	Cl	35.45	0.01	1.732	0.005774
	N	14.007	0.001	1.732	0.000577

Untuk C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃	Berat Molekul (g/mol)	Quoted Uncertainty Berat Molekul (QuBM) (g)	μBM= QuBM/√3 (g)	μ ² BM
19	228.209	0.038	0.021939310	0.00048133
18	18.144	0.0036	0.002078461	0.00000432
1	35.45	0.01	0.005773503	0.00003333
3	42.021	0.003	0.001732051	0.00000300
M				
C ₁₉ H ₁₈ ClN ₃	323.824		Jumlah	0.00052199
			μx	0,0228

Labu Ukur 50 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k) ²
		50	0.016	2	0.008	6.40E-05
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi LU 50	Koef (C ⁻¹)	u(T)	uT
		1.1812	22.5	0.00021	0.0525	5.51E-04
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
		0.0135				1.82E-04
KP Gabungan					uG	
					1.57E-02	
Labu Ukur 100 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k) ²
		100	0.03	2	0.015	2.25E-04
	Efek Temperatur	SD Suhu R	Suhu R saat Kalibrasi LU 100	Koef (C ⁻¹)	u(T)	uT
		0.3855	22.6	0.00021	0.0171	3.59E-04
	Presisi Labu Ukur	SD				(SD) ²
		0.0219				4.80E-04
KP Gabungan					uG	
					2.65E-02	
Pipet Volume 1 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k) ²
		1	0.0028	1.987	0.0014	1.96E-06
	Efek Temperatur	Vol (mL)	Variasi Temperatur Lab (°C)	Koef (C ⁻¹)	u(T)	uT
1		1.4	0.00021	0.00017	3.57E-08	

	Presisi Pipet Volume	SD				(SD)²
		0.0194				3.76E-04
	KP Gabungan					uG
						1.95E-02
Pipet Volume 5 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	(μ/k)²
		5	0.006	2	0.003	9.00E-06
	Efek Temperatur	Vol (mL)	Variasi Temperatur Lab (°C)	Koef (C⁻¹)	μ(VT)	(μVT)²
		5	1.4	0.00021	0.00085	7.23E-07
	Presisi Pipet Volume	SD				(SD)²
		0.0085				7.23E-05
	KP Gabungan					μG
						9.05E-03

Ketidakpatian Gabungan

Contoh Perhitungan

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu VT)^2 + (SD)^2]}$$

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(9,00 \times 10^{-6}) + (7,23 \times 10^{-7}) + (7,23 \times 10^{-5})]}$$

$$\text{KP Gabungan} = 0,00905$$

Ketidakpastian Berat Molekul Pararosanilin

$$\text{KP Berat Molekul} = \sqrt{\sum \mu^2 \text{BM}}$$

$$\text{KP Berat Molekul} = \sqrt{0,00052199}$$

$$\text{KP Berat Molekul} = 0,0228$$

2. Ketidakpastian Labu Ukur

Labu Ukur 25 mL	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		25	0.04	1.7321	0.023093355	5.33E-04
	Efek Temperatur	Volume (mL)	Variasi Temp Lab (°C)	Koef (C ⁻¹)	u(VT)	(uVT) ²
		25	1.4	0.00021	0.00424	1.80E-05
	Presisi Labu Ukur	SD				(Presisi) ²
		0.0445				1.98E-03
KP Gabungan					uG	
					5.03E-02	

Ketidakpatian Gabungan

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (\mu VT)^2 + (SD)^2]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(5,33 \times 10^{-4})^2 + (1,80 \times 10^{-5})^2 + (1,98 \times 10^{-3})^2]}$$

$$KP \text{ Gabungan} = 0,0503$$

3. Ketidakpastian Mikropipet

Mikropipet 1000	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		1000	3.06	2.01	1.52	2.32E+00
	Presisi Mikropipet	SD				(SD) ²
		0.0025				6.25E-06
KP Gabungan					uG	
					1.52E+00	
Mikropipet 100	Kalibrasi	Volume (mL)	μ	k, U95%	μ kalibrasi	$(\mu/k)^2$
		100	0.7	2.04	0.35000	1.23E-01
	Presisi Mikropipet	SD				(SD) ²
		0.00353				1.25E-05
KP Gabungan					uG	
					3.50E-01	

Ketidakpatian Gabungan Mikropipet 1000

$$KP \text{ Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (SD)^2]}$$

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(2,32) + (6,25 \times 10^{-6})]}$$

$$\text{KP Gabungan} = 1,52$$

Ketidakpatian Gabungan Mikropipet 100

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(\mu/k)^2 + (SD)^2]}$$

$$\text{KP Gabungan} = \sqrt{[(0,123) + (1,25 \times 10^{-5})]}$$

$$\text{KP Gabungan} = 0,350$$

D. Ketidakpastian Konsentrasi Sampel

1. Ketidakpastian Kurva Kalibrasi

n	Xi	Yi	Xi-Xr	Yi-Yr	(Xi-Xr) ²	[(Xi-Xr)][(Yi-Yr)]	(Yi-Yr) ²	Yc	Yi-Yc	(Yi-Yc) ²
1	0	0.000	-15.3663	-0.5596	236.1216	8.5993	0.3132	0.0175	-0.0175	0.000305
2	1.64	0.041	-13.7263	-0.5186	188.4099	7.1188	0.2690	0.0753	-0.0343	0.001178
3	3.28	0.128	-12.0863	-0.4316	146.0774	5.2167	0.1863	0.1332	-0.0052	0.000027
4	6.56	0.244	-8.8063	-0.3156	77.5500	2.7795	0.0996	0.2489	-0.0049	0.000024
5	9.83	0.392	-5.5363	-0.1676	30.6501	0.9280	0.0281	0.3643	0.0277	0.000768
6	19.67	0.748	4.3038	0.1884	18.5223	0.8107	0.0355	0.7115	0.0365	0.001334
7	32.78	1.221	17.4138	0.6614	303.2387	11.5170	0.4374	1.1740	0.0470	0.002206
8	49.17	1.703	33.8038	1.1434	1142.6935	38.6504	1.3073	1.7523	-0.0493	0.002432
Jumlah	122.93	4.477	0	0	2143.2636	75.6204	2.6764	4.477	-	6.245E-17
Rata-rata (Xr)	15.3663	0.5596								
RSD	0.0344									

RSD	(S y/x)/a	a ²	a ² /(Xi-Xr) ²	Y _{sampel}	Y _{sampel} - Y _{rata}	(Y _{rsmpl} -Y _{rt}) ²
0.0344	0.9744	0.00124	5.80833E-07	0.054	-0.5056	0.2557

Ketidakpastian Kurva Kalibrasi

$$S_x = \frac{S_{y/x}}{a} \sqrt{\frac{1}{8} + \frac{(Y_{rsmpl}-Y_{rt})^2}{(a^2 \times \sum(X_i-X_r)^2)}}$$

$$S_x = 0,4579$$

2. Ketidakpastian Presisi

Absorbansi	SO ₂ (µg)
0.364	9.8188
0.364	9.8253
0.364	9.8266
0.364	9.8309
0.364	9.8335
0.364	9.8383
0.364	9.8409
rata-rata	9.8306
SD	0.00772
RSD	0.00078
%RSD	0.07849
KP Presisi	0.00078

RSD

$$RSD = \frac{SD}{rata-rata}$$

$$RSD = 0,00078$$

Ketidakpastian Presisi

Ketidakpastian Presisi = RSD

Ketidakpastian Presisi = 0,00078

E. Ketidakpastian Gabungan

Jumlah Ketidakpastian gabungan = Jumlah seluruh ketidakpastian gabungan dari semua sumber ketidakpastian

$$\text{Jumlah Ketidakpastian Gabungan} = 0,001573$$

Ketidakpastian Gabungan Relatif

$$\text{Ketidakpastian gabungan relatif} = \sqrt{\text{Jumlah Ketidakpastian gabungan}}$$

$$\text{Ketidakpastian gabungan relatif} = \sqrt{0,001573}$$

$$\text{Ketidakpastian gabungan relatif} = 0,0397$$

Ketidakpastian Konsentrasi Sampel

$$\mu\text{g}(\text{Cs}) = \text{Konsentrasi Sampel} \times \text{Ketidakpastian gabungan relatif}$$

$$\mu\text{g}(\text{Cs}) = 35,8356 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \times 0,0397$$

$$\mu\text{g}(\text{Cs}) = 1,4211 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

F. Ketidakpastian Diperluas

Untuk tingkat kepercayaan 95 % dengan faktor cakupan 2, maka

$$U = \mu\text{g}(\text{Cs}) \times 2$$

$$U = 1,4211 \mu\text{g}/\text{Nm}^3 \times 2$$

$$U = 2,8422 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$$

Pelaporan = $35,8356 \pm 2,8422 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada tingkat kepercayaan 95 %

Lampiran 8. Data Kecepatan Angin dan Arah Angin (BMKG)

1. Kamis, 7 September 2023

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah (degre)	Kecepatan (m/s)
2023	9	7	24	220	1.7
2023	9	7	1	210	1.1
2023	9	7	2	0	1.1
2023	9	7	3	160	0.6
2023	9	7	4	130	1.1
2023	9	7	5	0	1.7
2023	9	7	6	100	0
2023	9	7	7	150	2.5
2023	9	7	8	280	1.7
2023	9	7	9	300	1.9
2023	9	7	10	310	4.2
2023	9	7	11	300	4.7
2023	9	7	12	290	4.7
2023	9	7	13	290	5.3
2023	9	7	14	300	5.6
2023	9	7	15	310	5.6
2023	9	7	16	340	3.1
2023	9	7	17	30	3.6
2023	9	7	18	60	3.6
2023	9	7	19	0	3.1
2023	9	7	20	90	0.6
2023	9	7	21	110	2.5
2023	9	7	22	130	1.9
2023	9	7	23	0	1.1

2. Jumat, 8 September 2023

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah (degre)	Kecepatan (m/s)
2023	9	8	24	150	1.1
2023	9	8	1	0	1.7
2023	9	8	2	0	0.6
2023	9	8	3	150	1.1
2023	9	8	4	0	1.7
2023	9	8	5	0	1.1
2023	9	8	6	120	1.1
2023	9	8	7	120	0.6
2023	9	8	8	320	1.7
2023	9	8	9	0	1.9
2023	9	8	10	250	2.5
2023	9	8	11	310	1.9
2023	9	8	12	300	5.6
2023	9	8	13	310	5.6
2023	9	8	14	300	6.1
2023	9	8	15	320	5.3
2023	9	8	16	280	4.7
2023	9	8	17	340	4.2
2023	9	8	18	10	2.5
2023	9	8	19	50	1.9
2023	9	8	20	90	1.9
2023	9	8	21	120	2.5
2023	9	8	22	130	1.1
2023	9	8	23	20	1.7

3. Senin, 11 September 2023

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah (degre)	Kecepatan (m/s)
2023	9	11	0	50	2.5
2023	9	11	1	120	1.7
2023	9	11	2	150	3.1
2023	9	11	3	110	1.9
2023	9	11	4	130	1.7
2023	9	11	5	330	1.1
2023	9	11	6	320	1.7
2023	9	11	7	0	1.7
2023	9	11	8	100	1.1
2023	9	11	9	100	8.3
2023	9	11	10	100	8.3
2023	9	11	11	110	8.3
2023	9	11	12	100	9.2
2023	9	11	13	100	10.3
2023	9	11	14	90	8.3
2023	9	11	15	70	6.7
2023	9	11	16	100	7.8
2023	9	11	17	110	7.8
2023	9	11	18	80	6.7
2023	9	11	19	80	3.6
2023	9	11	20	80	4.7
2023	9	11	21	90	4.7
2023	9	11	22	70	9.7
2023	9	11	23	0	6.7