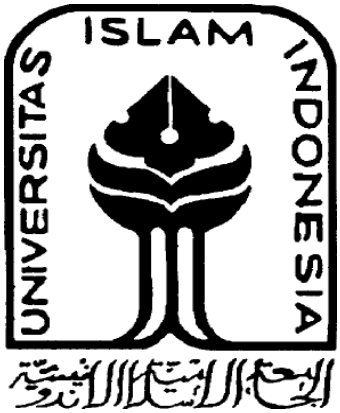
LAPORAN TUGAS AKHIR

VERIFIKASI METODE PENENTUAN KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO_2) DALAM UDARA AMBIEN SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBEL DI PT. KARSA BUANA LESTARI

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh derajat Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Analisis Kimia Program Studi D III Analisis Kimia



Disusun oleh :

Dinda Tantri Metia
NIM : 17231059

PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

LAPORAN TUGAS AKHIR

VERIFIKASI METODE PENENTUAN KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO_2) DALAM UDARA AMBIEN SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBEL DI PT. KARSA BUANA LESTARI

VERIFICATION METHOD OF SURPHUR DIOXIDE (SO_2) DETERMINATION IN AMBIENT AIR USING UV-VISIBLE SPECTROPHOTOMETER AT PT. KARSA BUANA LESTARI

Disusun oleh :

Dinda Tantri Metia
NIM : 17231059

PROGRAM STUDI DIPLOMA III ANALISIS KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2020

HALAMAN PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR

VERIFIKASI METODE PENENTUAN KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO_2) DALAM UDARA AMBIEN SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBEL DI PT. KARSA BUANA LESTARI

Dipersiapkan dan disusun oleh :

Dinda Tantri Metia
NIM : 17231059

Telah disetujui oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir
Program Studi D III Analisis Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universits Islam Indonesia
pada tanggal 15 September 2020

Menyetujui,

Ketua Program Studi	**Pembimbing**
Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.	**Puji Kurniawati, S.Pd.Si., M.Sc.**
NIK. 132311102	**NIK. 132311103**

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN TUGAS AKHIR

VERIFIKASI METODE PENENTUAN KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO_2) DALAM UDARA AMBIEN SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBEL DI PT KARSA BUANA LESTARI

Dipersiapkan dan disusun oleh:

Dinda Tantri Metia
NIM: 17231059

Telah dipertahankan di depan Tim Penguji pada tanggal 15 September 2020

Susunan Tim penguji

Pembimbing/Penguji

Puji Kurniawati, S.Pd.Si., M.Sc.
NIK. 132311103

Penguji I

Ganjar Fadillah, S.Si., M.Si.
NIK. 182310101

Penguji II

Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si.
NIK. 132311102

Mengetahui,
Dekan Fakultas MIPA UII

Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si., Ph.D.
NIK. 006120101

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa Laporan Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian yang pernah digunakan untuk memperoleh gelar Ahli Madya atau gelar lainnya di suatu Perguruan Tinggi dan sepengetahuan saya tidak terdapat bagian yang pernah ditulis dan diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 21 April 2020



Dinda Tantri Metia

MOTTO

(QS. Al-Ra'd : 11)

"Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sebelum mereka mengubah diri mereka sendiri"

(QS. Huud : 8)

"Tidak ada kesuksesan melainkan dengan pertolongan Allah"

(QS. Al-Baqarah : 286)

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

HALAMAN PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahi Rabbil 'Alamin

Terimakasih kepada Allah SWT yang telah memberikan kenikmatan yang tidak ada batasnya, memberikan kemudahan serta kekuatan kepada saya dalam menyelesaikan tugas dan kewajiban saya.. Atas izin-Nya saya dapat menyelesaikan masa kuliah dan laporan tugas akhir ini. Semoga ini menjadi langkah awal saya untuk menuju masa depan dan meraih cita-cita.Aamiin Aamiin ya Rabbal Alamin.

Terimakasih untuk keluarga tercinta. Bapak, ibu, enga, abel, zie yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan berupa moril maupun materil. Terimakasih selalu mendengarkan keluh kesah selama kuliah dan penyusunan laporan tugas akhir ini. Terimakasih atas setiap cinta yang terpancar serta doa dan restu yang selalu mengiringi tiap langkahku sehingga diriku bisa sampai ke titik ini. Kalau bukan karna doa bapak dan ibu serta saudaraku mungkin meme tidak akan bisa sampai sejauh ini.

Terimakasih kepada bapak dan ibu dosen D III Analisis Kimia FMIPA UII yang sudah memberikan ilmunya dan juga mendidik saya hingga bisa menyelesaikan seluruh tanggung jawab saya di kampus. Terimakasih untuk segala bentuk kebaikan yang bapak ibu dosen berikan kepada saya. Jasa-jasamu sangat besar karena disamping menyalurkan ilmu, kalian juga sering memberikan masukan yang sangat bermanfaat untuk kemajuan. Terimakasih kepada ibu Puji Kurniawati selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing PKL yang telah banyak membantu dan memberikan waktunya sehingga saya dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Terimakasih teman-teman Analisis Kimia 2017 yang sudah berjuang dari awal sampai akhir. Setiap pertemuan pasti ada perpisahan dan sebentar lagi kita semua akan berpisah, menjalani kehidupan masing-masing untuk meraih impian kita. Terimakasih telah mengukir kenangan selama 3 tahunya dan selamat berjuang semoga sukses!.

Terimakasih kepada PT. Karsa Buana lestari yang sudah memberikan kesempatan untuk saya melaksanakan PKL disana. Terimakasih Opung, Pak Guruh, Pak Kurniawan, Pak widy, Mba Firda, Kak Berlin, Kak Ragil, Kak Ilham, Mba Refa, Mba Nana, Mba Bella, Mba Sarah, Mba Mira, Kak Afni, Kak Rizka, Kak Ridwan yang telah memberikan pengetahuan dan mendampingi saya selama proses PKL.

Terimakasih untuk rekan-rekan PKL selama 3 bulannya, Mirna, syafa, Rina, Deka, Mitha, syafira, Angga dan teruntuk Ocha terimakasi sudah mau jadi teman sekamarku, yang juga bersedia denger keluh kesahku, menguatkan aku selama masa PKL dari awal sampai akhir dan selalu memberi semangat untuk menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

Terimakasih untuk keluarga serta sahabat di perantauan Sasa, Arin, Ayufie, Akbar, Ajik, Apid, Vicky, Wahid, Bang Singgih, Akram, Raka, Syukron, Zull, Iqbal wijaya. Terimakasih kalian selalu memberikan doa dan semangat untuk aku menyelesaikan semua tanggung jawabku. Semoga kita semua sukses dan apa yang kalian inginkan tercapai. I Love You!!

Terimakasih untuk semua pihak yang telah ikut membantu dukungan doa maupun materiil yang tak dapat disebutkan satu persatu.
Semoga Allah SWT membalas kebaikan kalian semua
Aamiin Aamiin Ya Rabbal'alamin . . .

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia- Nya, shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada junjungan kita Nabi Muhammad SAW dan para sahabat yang senantiasa istiqomah menjalankan agama-Nya. Berkat rahmat dan pertolongan Allah SWT penulis dapat menyelesaikan Laporan Tugas Akhir dengan judul **"Verifikasi Metode Penentuan Kadar Sulfur Dioksida (SO_2) dalam Udara Ambien secara Spektrofotometri UV-Visibel di PT. Karsa Buana Lestari".**

Laporan tugas akhir ini merupakan salah satu syarat kelulusan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Sains (A.Md.Si) Program Studi Diploma III Analisis Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Indonesia. Selama proses penyusunan laporan tugas akhir ini penulis telah mendapatkan bantuan berupa bimbingan serta pengarahan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada :

1. Bapak Prof. Riyanto, S.Pd., M.Si. Ph.D. selaku Dekan Fakulatas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
2. Ibu Tri Esti Purbaningtias, S.Si., M.Si. selaku Ketua Program Studi D III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
3. Ibu Puji Kurniawati, S.Pd.Si., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Akademik dan Dosen Pembimbing Praktik Kerja Lapangan.
4. Seluruh Dosen, Staff dan Laboran Program Studi D III Analisis Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Islam Indonesia.
5. Bapak Drs. E. U. Harahap, M.Sc., selaku Direktur Laboratorium PT. Karsa Buana Lestari.

6. Bapak Kurniyawan, selaku Pembimbing Instansi di PT. Karsa Buana Lestari.
7. Seluruh Staff dan Analis PT. Karsa Buana Lestari.
8. Pihak-pihak yang tidak dapat Penulis sebutkan satu persatu yang telah turut membantu sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan dalam waktu yang tepat.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini jauh dari kata sempurna. Oleh sebab itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi terciptanya laporan yang lebih baik untuk kedepannya. Semoga laporan ini dapat bermanfaat bagi penulis sendiri maupun semua pihak yang terkait.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, 21 April 2020

Penulis

DAFTAR ISI

LAPORAN TUGAS AKHIR i
HALAMAN PENGESAHAN ii
HALAMAN PENGESAHAN iii
PERNYATAAN iv
MOTTO v
HALAMAN PERSEMBAHAN vi
KATA PENGANTAR viii
DAFTAR ISI x
DAFTAR TABEL xiii
DAFTAR LAMPIRAN xiv
INTISARI xv
BAB I PENDAHULUAN 1
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan 3
1.4 Manfaat Penelitian 3
BAB II DASAR TEORI 4
2.1 Profil PT. Karsa Buana Lestari 4
2.2. Udara 6
2.3. Udara Ambien 7
2.4. Pencemaran Udara 7
2.5. Sumber Pencemaran Udara 8
2.6. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara 9
2.7. Sulfur Dioksida 10
2.8. Sumber-sumber Sulfur Dioksida 11
2.9. Dampak Pencemaran Sulfur Dioksida 12
2.10. Spektrofotometri UV-Visibel 12
2.11. Verifikasi 14

2.11.1. Presisi 15
2.11.2. Akurasi 16
2.11.3. Linieritas 17
2.11.4. Batas Deteksi 17
BAB III METODOLOGI 20
3.1 Bahan 20
3.2 Alat 20
3.3 Prosedur Kerja 20
3.3.1 Standardisasi larutan natrium tiosulfat 0,01 N 20
3.3.2 Penentuan konsentrasi SO_2 dalam larutan induk Na_2SO_3 21
3.3.3 Pembuatan kurva kalibrasi 22
3.3.4 Pengambilan Sampling Udara Ambien 22
3.3.5 Pengujian contoh 22
3.3.6 Penentuan IDL *(Instrument Detection Limit)* 23
3.3.7 Penentuan Presisi 23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN 25
4.1 Penentuan Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di Udara 25
4.2 Parameter Verifikasi Gas Sulfur Dioksida (SO_2) 29
4.2.1 Linieritas 30
4.2.2 Batas Deteksi 31
4.2.3 Akurasi 32
4.2.4 Presisi 34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN 39
5.1 Kesimpulan 39
5.2 Saran 39
DAFTAR PUSTAKA 40

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Senyawa Pararosanilin Metil Sulfonat..... 11
Gambar 2.2 Instrumentasi Spektrofotometer UV-Visibel..... 14
Gambar 4.1 Kurva Kalibrasi Sulfur Dioksida (SO_2)..... 28

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komponen Pencemaran Udara 7
Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional 8
Tabel 2.3 Pengaruh Gas SO_2 Terhadap Manusia 12
Tabel 4.1 Hasil Standardisasi Larutan Natrium Tiosulfat 26
Tabel 4.2 Hasil Absorbansi Larutan Standar SO_2 27
Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel Gas Sulfur Dioksida (SO_2) 29
Tabel 4.4 Hasil Linieritas Kurva Kalibrasi 30
Tabel 4.5 Hasil *Instrument Detection Limit* (IDL) 31
Tabel 4.6 Hasil MDL & LOQ 32
Tabel 4.7 Hasil %Akurasi Standar Rendah 33
Tabel 4.8 Hasil %Akurasi Standar Tinggi 33
Tabel 4.9 Hasil Repeatabilitas Standar Rendah 34
Tabel 4.10 Hasil Repeatabilitas Standar Tinggi 35
Tabel 4.11 Hasil Presisi Antara Standar Rendah Analis 1 36
Tabel 4.12 Hasil Presisi Antara Standar Rendah Analis 2 36
Tabel 4.13 Hasil Presisi Antara Standar Tinggi Analis 1 37
Tabel 4.14 Hasil Presisi Antara Standar Tinggi Analis 2 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Struktur Organisasi PT. Karsa Buana Lestari 43
Lampiran 2 Baku Mutu Udara Ambien 44
Lampiran 3 Pembuatan Reagen Pengujian SO_2 45
Lampiran 4 Data Sampling Udara Ambien 48
Lampiran 5 Pengujian dan Verifikasi Penentuan Sulfur Dioksida 49

VERIFIKASI METODE PENENTUAN KADAR SULFUR DIOKSIDA (SO_2) DALAM UDARA AMBIEN SECARA SPEKTROFOTOMETRI UV-VISIBEL DI PT KARSA BUANA LESTARI

Program Studi D3 Analisis Kimia
Fakultas Ilmu Pengetahuan Alam dan Matematika
Universitas Islam Indonesia

Dinda Tantri Metia
17231059@students.uii.ac.id

INTISARI

Telah dilakukan penentuan hasil uji gas sulfur dioksida (SO_2) dalam udara ambien yang mengacu pada SNI 7119-7:2017 menggunakan spektrofotometer UV-Visibel. Tujuan dilakukannya verifikasi metode pengujian ini adalah untuk mengetahui nilai linieritas; akurasi; presisi; dan limit deteksi. Prinsip dari analisis ini yaitu gas yang ada diudara ambien akan dijerap oleh *impinger* dan diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Visibel. Hasil konsentrasi gas sulfur dioksida (SO_2) pada udara ambien adalah 41,0358 µg/Nm^3. Hasil konsentrasi yang didapatkan masih dibawah baku mutu udara ambien yaitu sebesar 900 µg/Nm^3 sesuai dengan Peraturan pemerintahan No.41 Tahun 1999 dan KEPGUB DKI No.551 Tahun 2001. Verifikasi metode spektrofotometer UV-Visibel untuk penentuan kadar sulfur dioksida (SO_2) diudara ambien diperoleh hasil yang baik dengan nilai koefisien determinasi sebesar 0,9997. Akurasi %*trueness* larutan standar rendah 93,84%; dan larutan standar tinggi 101,49%. Nilai presisi %RSD larutan standar rendah sebesar 2,44%; larutan standar tinggi sebesar 3,13%. Nilai IDL sebesar 1,9273 µg/Nm^3; nilai MDL sebesar 7,6950 µg/Nm^3; LOQ sebesar 24,4828 µg/Nm^3. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa metode ini sudah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan dan metode ini dapat digunakan untuk pengujian lanjutan.

Kata kunci: Sulfur Dioksida (SO_2), Udara Ambien, Spektrofotometer UV-Visibel, Verifikasi

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara merupakan faktor yang sangat penting di dalam kehidupan setiap mahluk hidup. Mahluk hidup pasti membutuhkan udara untuk mendukung kehidupannya. Sehingga udara merupakan sumber daya alam yang harus dijaga dan dipelihara kualitasnya untuk kehidupan setiap mahluk hidup. Untuk mendapatkan udara dengan kualitas yang baik, maka pengendalian udara menjadi sangat penting untuk dilakukan.

Pencemaran udara dapat diartikan adanya bahan atau zat-zat asing didalam udara yang menyebabkan perubahan susunan udara dari keadaan normal. Masuknya bahan atau zat-zat asing kedalam udara membuat suatu kondisi kualitas udara menjadi turun dan udara menjadi terkontaminasi mengakibatkan kehidupan manusia, hewan dan binatang menjadi terganggu atau lingkungan tidak berfungsi sebagai mana mestinya.

Udara adalah suatu komponen yang sangat penting dan dibutuhkan oleh mahluk hidup. Udara sangat dibutuhkan mahluk hidup untuk pernapasan sehingga untuk bernapas dengan baik dibutuhkan udara dengan kualitas yang baik juga (Wardhana, 2004). Jenis polutan yang menyebabkan pencemararan udara salah satunya yaitu SO_2. Gas SO_2 merupakan zat atau bahan pencemar yang erat kaitannya dengan gejala-gejala penyakit pernapasan. Hal ini menyebabkan *World Health Organization* (WHO) mengatakan bahwa SO_2 sebagai salah satu bahan pencemar berbahaya terhadap kesehatan manusia. Namun, dampak tersebut akan bertambah parah jika, manusia juga terpapar dengan bahan pencemar berbentuk partikel karena sulfur dioksida dan partikel mengakibatkan *synergistic effect* terhadap manusia. *Synergistic effect* merupakan efek total yag ditimbulkan oleh dua komponen lebih besar dibandingkan dengan efek yang ditimbulkan oleh masing-masing komponen (Yulaekah, 2007).

Sulfur dioksida SO_2 merupakan zat atau bahan pencemar bentuk gas yang termasuk dalam golongan belerang (Kastiyowati, 2001). Industri memberikan kontribusi terbesar emisi pencemaran sulfur dioksida yaitu sekitar 70%. Proses-proses industri yang menghasilkan emisi sulfur dioksida seperti permurnian petroleum, industri asam sulfat, industri peleburan baja dan sebagainya. Pembakaran bahan bakar pada sumbernya juga merupakan sumber pencemaran sulfur dioksida misalnya pembakaran arang, minyak bakar gas, kayu dan sebagainya (Depkes, 2011).

Efek negatif yang disebabkan oleh gas SO_2 yaitu pada sistem pernapasan dan fungsi paru-paru. Peradangan yang disebabkan oleh gas SO_2 akan mengakibatkan batuk, asma, bronkitis kronis, sekresi lendir yang berlebihan serta infeksi pada saluran pernapasan (WHO, 2005).

Berdasarkan Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor. 41 tahun 1999 batas maksimum untuk pengukuran dalam waktu satu jam untuk parameter sulfur dioksida (SO_2) adalah 900 ug/Nm^3. Pengujian ini mengacu pada SNI 7119-7:2017 untuk uji gas sulfur dioksida dengan metode pararosanilin menggunakan Spektrofotometer UV-Visibel. Gas sulfur dioksida yang ada di udara dijerap menggunakan alat penjerap yaitu impinger menggunakan larutan penjerap yang terbuat dari merkuri(II) klorida, kalium klorida dan EDTA yang akan membentuk senyawa komplek diklorosulfonatomerkurat. Gas sulfur dioksida yang terjerap di reaksikan dengan larutan asam formaldehida dan asam sulfamat dan pararosanilin membentuk senyawa kompleks pararosanilin metil sulfonat. Senyawa kompleks pararosanilin metil sulfonat yang sudah bereaksi akan menghasilkan warna ungu. Warna larutan sampel terlihat jelas, oleh karena itu sampel ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada daerah *visibel* dengan panjang gelombang 550 nm (Rohyami, 2018).

Metode uji yang digunakan dalam suatu laboratorium harus menghasilkan data yang valid. Validasi hasil pengujian dapat dilakukan dengan cara memverifikasi metode tersebut. Verifikasi metode bertujuan untuk mengevaluasi metode uji yang digunakan secara rutin dalam laboratorium apakah mempunyai kesesuaian dalam penggunaan yang dimaksud atau belum. Parameter verifikasi

metode antara lain linieritas, akurasi, presisi, *Limit of Detection* (LOD), dan *Limit of Quantitation* (LOQ) (Sa'dah dan Winata, 2010).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Berapa kadar gas Sulfur Dioksida (SO_2) pada udara ambien di PT Karsa Buana Lestari dan kesesuaiannya dengan baku mutu udara ambien menurut Peraturan Pemerintah Nomor. 41 tahun 1999 maupun Keputusan Gubernur DKI Jakarta Nomor. 551 Tahun 2001?
2. Bagaimana hasil verifikasi pengujian Sulfur Dioksida ditinjau dari linieritas, akurasi, presisi, dan limit deteksi menggunakan metode berdasarkan SNI 7119-7:2017?

1.3 Tujuan

Berdasarkan latar belakang dan rumusan masalah yang ada, verifikasi metode uji pada penentuan kadar sulfur dioksida dalam udara ambien bertujuan untuk:

1. Mengetahui kadar Sulfur Dioksida pada udara ambien di PT Karsa Buana Lestari dan memantau kualitas udara ambien berdasarkan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor. 41 Tahun 1999 maupun keputusan Gubernur DKI Jakarta Nomor. 551 Tahun 2001.
2. Mengetahui hasil verifikasi pengujian Sulfur Dioksida ditinjau dari linieritas, akurasi, presisi, dan limit deteksi menggunakan metode berdasarkan SNI 7119-7:2017

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian yang telah dilakukan yaitu dapat memberi informasi mengenai hasil verifikasi metode dan penentuan kadar sulfur dioksida (SO_2) dalam udara ambien secara Spektrofotometer UV-Visibel.

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Profil PT. Karsa Buana Lestari

PT. Karsa Buana Lestari merupakan perusahaan yang bergerak di bidang jasa konsultasi multidisiplin dan laboratorium lingkungan yang telah berpengalaman dengan didukung oleh sumber daya manusia yang profesional dan berpengalaman di bidangnya. Perusahaan ini melayani jasa analisis dan juga jasa konsultan lingkungan dan didukung oleh tenaga kerja yang berpengalaman dan profesional. Perusahaan ini didirikan pada tanggal 27 September 2002 yang memiliki 2 kantor yaitu kantor pertama yang terletak di Jl. Kesehatan IV No. 45A, Bintaro, Jakarta Selatan sebagai kantor pusat dan kantor kedua yang terletak di Jl. Bintaro Permai Raya Kab III/8 RT/RW 001/006, Kelurahan Bintaro, Kecamatan Pesanggrahan, Jakarta Selatan 12330.

PT. Karsa Buana Lestari telah berpengalaman dalam menangani masalah lingkungan diantaranya adalah Analisis Mengenai Dampak Lingkungan (AMDAL), Upaya Pemantauan Lingkungan Hidup (UPL), Upaya Pengelolaan Lingkungan Hidup (UKL), pendidikan lingkungan, serta audit lingkungan. PT. Karsa Buana Lestari telah mendapatkan registrasi sebagai Lembaga Penyedia Jasa Penyusun Dokumen dengan No.0012/LPJ/AMDAL-I/LRK/KLH yang sesuai dengan adanya peraturan Menteri LH No.07 tahun 2010 dan untuk memenuhi Peraturan Menteri LH No.11 tahun 2008 tentang Persyaratan Kompetensi dalam Penyusunan Dokumen AMDAL, perusahaan ini telah memiliki Sertifikasi Kompetensi bagi dua orang Ketua Tim Penyusun Dokumen AMDAL yang bekerja sebagai Tenaga Ahli Tetap. Jumlah studi-studi yang telah dikerjakan saat ini mencapai ±300 studi.

Selain berpengalaman dalam pengerjaan studi-studi lingkungan dan manajemen rekayasa lalu lintas, PT. Karsa Buana Lestari memiliki Laboratorium Lingkungan Hidup yang telah berpengalaman dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup Daerah (BPLHD) provinsi DKI Jakarta sebagai laboratorium lingkungan

yang telah menerapkan Sistem Manajemen Mutu ISO:17025. Penerapan Sistem Manajemen Mutu ISO:17025 dibuktikan dengan diperolehnya akreditasi dari Komite Akreditasi Nasional (KAN) No.LP-372-IDN tanggal 5 Oktober 2007. PT. Karsa Buana Lestari juga telah mendapat rekomendasi dari Pesarpedal KLH No.B-276/PS.VII/LH/10/2007 sebagai Laboratorium Lingkungan.

PT. Karsa Buana Lestari memiliki visi dan mengemban misi yaitu visi PT. Karsa Buana Lestari adalah menjadi perusahaan konsultan terdepan sebagai ujung tombak pembangunan yang berwawasan lingkungan dengan mengutamakan profesionalisme sebagai tujuan dan dasar falsafah kerja. Misi PT. Karsa Buana Lestari adalah menyediakan jasa konsultasi multidisiplin dan laboratorium lingkungan yang profesional, sehingga dapat memberikan layanan terbaik dan kepuasan kepada mitra usaha atau mitra kerja dengan berpegang teguh pada prinsip pelestarian fungsi lingkungan hidup demi kelangsungan peri kehidupan dan kesejahteraan.

PT. Karsa Buana Lestari merupakan sebuah perusahaan swasta hasil penanaman modal tunggal Bapak Ir. Zaherunaja, M.Si. Untuk mempermudah seluruh kegiatan yang berlangsung di Perusahaan dipimpin oleh Dewan Komisaris yang membawahi langsung seluruh bagian. Struktur organisasi secara keseluruhan dapat dilihat pada lampiran 1.

Sarana laboratorium di PT. Karsa Buana Lestari yang digunakan untuk tempat analisis meliputi:

1. Ruang preparasi, ruang ini berfungsi sebagai ruangan preparasi sampel dan pembuatan reagen pada saat akan dilakukan analisis. Ruang preparasi dibedakan atas ruang preparasi udara dan air. Parameter untuk sampel air meliputi pengukuran pH, kesadahan, kekeruhan, warna, sulfat, fenol, krom heksavalen, total padatan tersuspensi, total padatan terlarut, kebutuhan oksigen kimiawi, minyak dan lemak, sulfide, kebutuhan oksigen biokimia, amonia, Daya Hantar Listrik (DHL), kebutuhan oksigen terlarut, MBAS/detergen, besi, nitrat, nitrit, fosfat terlarut, dan fosfat total. Sedangkan untuk parameter sampel udara meliputi analisis udara ambien (NH3, H2S,

NO2, SO2, CO, debu) dan Analisis udara emisi (NOx, H2S, NH3, SO2, HCl, HF, CO,Cl2).

2. Ruang instrumen dan ruang timbang, analisis yang dilakukan di laboratorium ini adalah seluruh analisis yang berkenaan dengan alat instrumen yaitu SSA (Spektrofotometer Serapan Atom), Spektrofotometer UV/Visible, Kromatografi Gas, FTIR, dan ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emmition Spectroscopy), serta neraca o'haus dan neraca sartorius.

2.2. Udara

Udara merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi atau atmosfer, dimana komposisi dari udara tersebut tidak selalu konstan. Udara merupakan komponen lingkungan yang penting dalam kehidupan, sehingga udara perlu dipelihara dan ditingkatkan kualitasnya. Udara mengandung elemen senyawa gas dan partikulat yakni padatan cairan yang tersuspensi diudara. Susunan elemen yang menyusun udara akan berubah sesuai ketinggiannya. Begitu juga dengan massanya, akan berkurang seiring dengan ketinggiannya (Wardoyo, 2016).

Udara adalah zat yang sangat penting setelah air untuk memenuhi kehidupan di permukaan bumi ini. Selain memberikan oksien, udara juga mempunyai fungsi lain yaitu sebagai alat penghantar suara dan bunyi-bunyian, pendingin benda-benda yang panas, dan dapat menjadi media penyebaran penyakit pada mahluk hidup (Chandra, 2006).

Udara di daerah perkotaan yang mempunyai banyak kegiatan industri dan teknologi serta lalu-lintas yang padat, udara relatif sudah tidak bersih lagi. Udara di daerah industri kotor terkena bermacam-macam pencemaran. Dari beberapa macam komponen pencemaran udara, maka yang paling banyak berpengaruh dalam pencemaran udara adalah komponen-komponen yang dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel. 2.1 Komponen Pencemaran Udara (Wardhana, 2001)

No	Parameter	Simbol
1	Karbon Monoksida	CO
2	Nitrogen Oksida	NO_x
3	Sulfur Dioksida	SO_x
4	Hidrokarbon	HC
5	Partikulat	-
6	Timah Hitam	Pb

2.3. Udara Ambien

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor. 12 Tahun 2010, Udara ambien adalah udara yang bebas di permukaan bumi pada lapisan troposfer yang berada pada wilayah yurisdiksi Republik Indonesia yang dibutuhkan untuk kesehatan manusia, mahluk hidup dan unsur lingkup hidup lainnya. Tujuan dari pengukuran udara ambien yaitu untuk mengetahui seberapa besar tingkat konsentrasi pencemaran di dalam udara. Hasil pengukuran tersebut kemudian dapat digunakan sebagai acuan untuk mengevaluasi kinerja dari alat-alat pengendali pencemar udara, apakah alat-alat tersebut berhasil dalam mengendalikan pencemaran udara yang dihasilkan oleh suatu industri (Inayah, 2015).

Untuk mendapatkan udara ambien yang berkualitas baik, perlu dilakukan pengendalian pencemaran udara. Pengendalian pencemaran udara dapat dilakukan salah satunya memantau atau mengukur kualitas udara, baik udara ambien ataupun udara emisi. Pengukuran kualitas udara ambien dilakukan di kawasan perumahan, industri, dan kawasan padat lalu lintas dimana di kawasan tersebut banyak terjadi kegiatan manusia. Pengukuran kualitas udara ambien juga dilakukan terhadap zat-zat yang dapat menjadi polutan seperti SO_2, NO_2, dan CO (Kurniawati dkk, 2015).

2.4. Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukannya suatu zat atau senyawa ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia sehingga bisa melampaui

baku mutu udara ambien yang telah ditetapkan dan menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya (Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 12 tahun 2010).

Pencemaran udara saat ini sangat memprihatinkan, seiring dengan semakin meningkatnya kegiatan industri, perkantoran, dan transportasi yang memberikan kontribusi cukup besar terhadap pencemaran udara. Udara yang tercemar partikel dan gas yang dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang terutama terjadi pada organ tubuh seperti paru-paru, pembuluh darah, dan dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit. Pencemaran karena partikel dan debu biasanya menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti *emfiesma* paru, *bronchitis* kronis, asma *bronchial* dan kanker paru. Bahan pencemar gas yang terlarut dalam udara dapat langsung masuk ke dalam tubuh sampai ke paru-paru yang akhirnya diserap oleh sistem pembuluh darah (Mukono,1997)

Untuk mencegah terjadinya pencemaran udara serta menjaga mutu udara, maka pemerintah menetapkan Baku Mutu Udara Ambien Nasional yang terlampir dalam Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Baku Mutu Udara Ambien Nasional

Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu	Metode Analisis	Peralatan
Sulfur Dioksida (SO_2)	1 Jam	900 ug/Nm3	Pararosanilin	Spektrofotometer
	24 Jam	365 ug/Nm3		
	1 Tahun	60 ug/Nm3		

2.5. Sumber Pencemaran Udara

Sumber pencemaran merupakan kegiatan yang bersifat alami dan kegiatan antropogenik. Contoh sumber alami yang mengakibatkan pencemaran adalah akibat letusan gunung berapi, kebakaran hutan, dekomposisi biotik, debu, spora dan sebagainya. Pencemaran udara akibat aktivitas manusia, secara kuantitatif lebih besar. Untuk kategori ini sumber pencemaran dibagi dalam pencemaran akibat aktivitas transportasi, industri, persampahan baik akibat proses dekomposisi

ataupun pembakaran, dan rumah tangga. Parameter udara yang diemisikan ke bumi juga identik dengan parameter yang dilepaskan oleh kendaraan bermotor seperti, gas SO_x, NO_x, partikulat, dan CO (Soedomo, 2001).

Menurut BPLH DKI Jakarta 2013, sektor transportasi memegang peran yang sangat besar dalam pencemaran udara. Dikota-kota besar, kontribusi gas buang kendaraan bermotor sebagai sumber polusi udara mencapai 60-70%, sementara itu kontribusi gas buang dari cerobonng asap industri hanya berkisar antara 10-15% dan sisanya diperoleh dari sumber pembakaran lain seperti rumah tangga, pembakaran sampah, kebakaran hutan, dan lainnya.

2.6. Faktor yang Mempengaruhi Kualitas Udara

Faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara adalah sebagi berikut:

1. Sumber Emisi

   Menurut Soedomo 2001, jenis sumber pencemaran dibedakan berdasarkan perilakunya diatmosfer dalam dua kelompok yaitu:

a. Pencemar udara primer, komposisinya tidak akan mengalami perubahan di atmosfer baik secara kimia maupun fisis dalam jangka waktu yang relatif lama tetap seperti komposisinya seperti waktu diemisikan oleh sumber. Pencemaran ini misalnya CO_2, NO_2, CO, SO_2, N_2O, metana, TSP, senyawa halogen, partikel logam lainnya. Pencemaran ini memiliki waktu tinggal yang lama di atmosfer karena sifatnya yang stabil terhadap reaksi-reaksi kimia fisik atmosfer.
b. Pencemaran udara sekunder, terbentuk di atmosfer sebagai hasil reaksi-reaksi atmosfir seperti hidrolisis, oksidasi, dan reaksi fotokimia.

2. Suhu

   Pergerakan mendadak lapisan udara dingin ke suatu kawasan industri dapat menimbulkan temperatur *inversi.* Dengan kata lain udara dingin akan terperangkap dan tidak dapat keluar dari kawasan tersebut dan cenderung menahan polutan tetap berada di lapisan permukaan bumi sehingga konsentrasi polutan di kawasan tersebut semakin lama semakin tinggi. Dalam keadaan tersebut, maka permukaan bumi tidak dapat

pertukaran udara sama sekali. Apabila kondisi tersebut berlangsung lama maka kondisi permukaan bumi akan penuh dengan polutan (Sastrawijaya, 2009).

3. Arah dan Kecepatan Angin

Kecepatan angin ditentukan oleh perbedaan tekanan udara antar tempat asal dan arah angin sebagai faktor pendorong. Umumnya polutan-polutan di atmosfer terdispersi dalam 2 cara yaitu melalui kecepatan angin dan turbulensi atmosfer. Turbulensi meyebabkan terjadinya aliran udara melalui 2 cara yaitu pusaran termal dan pusaran mekanis (Zendrako, 2010).

2.7. Sulfur Dioksida

Sulfur dioksida (SO_2) termasuk dalam kelompok sulfur oksida atau yang sering ditulis SO_x bersama dengan sulfur trioksida (SO_3). Gas sulfur dioksida memiliki karakteristik bau yang tajam dan tidak terbakar diudara. Konsentrasi sulfur dioksida akan mulai terdeteksi oleh indera penciuman manusia ketika konsentrasinya berkisar antara 0,3 – 1 ppm (Wardhana, 2004).

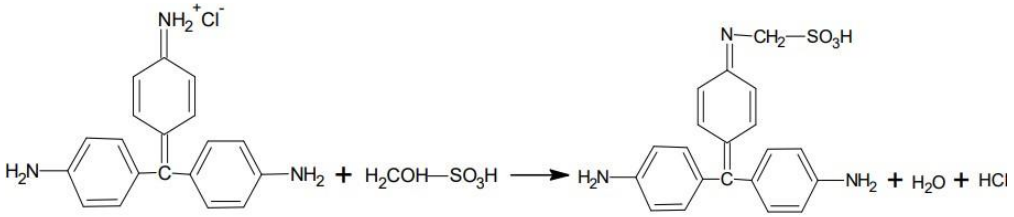
Menurut Kementrian Lingkungan Hidup 2013, Sulfur dioksida adalah suatu unsur pembentuk hujam asam dan bereaksi dengan komponen lain yang ada diudara dan membentuk partikel halus terjadi ketika pada saat pembakaran bahan fosil yang mengandung unsur sulfur biasanya material yang belum diolah seperti, batu bara, minyak mentah, biji-biji yang mengandung metal seperti tembaga, aluminium, seng, besi, dan timbal. Sumber gas sulfur dari perkotaan adalah kegiatan pembangkit listrik tenaga listrik yang menggunakan batu bara atau minyak, selain itu buang dari kendaraan yang menggunakan bahan bakar solar, serta industri yang menggunakan bahan batu bara atau minyak juga menjadi sumber gas sulfur.

Penentuan gas sulfur dioksida pada udara ambien dapat dianalisis menggunakan spektrofotometri UV-Visibel dengan panjang gelombang 550 nm. Gas sulfur dioksida dijerap menggunakan alat penjerap udara yaitu impinger menggunakan larutan penjerap yang terbuat dari merkuri (II) klorida, kalium klorida dan EDTA yang akan membentuk komplek diklorosulfonatomerkurat, gas

yang terjerap di reaksikan dengan larutan asam formaldehida, asam sulfamat dan pararosanilin yang akan menghasilkan larutan bewarna ungu dari senyawa pararosanilin metil sulfonat dan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang 550 nm dan akan terjadi reaksi sebagai berikut (Rohyami, 2018).

$$HgCl_4^{2-} + SO_2 + H_2O < HgCl_2SO_3^{2-} + 2H^+ + 2Cl^-$$

$$HgCl_2SO_3^{2-} + HCHO + 2H^+ < HOCH_2SO_3H + HgCl_2$$



Pararosanilin klorida Pararosanilin metil sulfonat

Gambar 2.1 Reaksi Pembentukan Senyawa Pararosanilin Metil Sulfonat (Rohyami, 2018)

2.8. Sumber-sumber Sulfur Dioksida

Sulfur dioksida didapat baik dari sumber alam maupun sumber buatan. Sumber sulfur dioksida buatan adalah pembakaran bahan bakar minyak, gas, dan batu bara yang mengandung sulfur yang tinggi. Sumber-sumber buatan ini diperkirakan memberi kontribusi sebanyak sepertiganya dari seluruh gas sulfur dioksida di atmosfer pertahunnya. Akan tetapi, karena hampir seluruhnya berasal dari buangan industri, maka hal ini dianggap cukup berbahaya. Apabila bahan bakar fosil ini bertambah di kemudian hari maka dalam waktu yang singkat sumber ini dapat menghasilkan lebih banyak gas sulfur dioksida (Slamet, 2009).

Sumber sulfur dioksida dari alam disebabkan naiknya aktivitas vulkanik gunung merapi. Gas sulfur dioksida dapat menyebabkan iritasi pada sistem pernapasan seperti, selaput lendir hidung, tenggorokan dan saluran udara di paru-paru, efek kesehatan yang lebih buruk yaitu bagi penderita asma. Gas sulfur dioksida dapat terkonversi diudara menjadi pencemaran sekunder yang memiliki

ukuran sangat halus sehingga dapat terhisap melalui sistem pernapasan (Rohyami, 2018).

2.9. Dampak Pencemaran Sulfur Dioksida

Pencemaran sulfur dioksida menimbulkan dampak terhadap manusia dan hewan, kerusakan pada tanaman terjadi pada kadar sebesar 0,5 ppm. Pengaruh yang paling utama dari polutan sulfur dioksida terhadap manusia yaitu iritasi pada sistem pernapasan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa iritasi tenggorokan terjadi pada kadar sulfur dioksida sebesar 5 ppm atau lebih. Bahkan pada beberapa individu yang sensitif, iritasi sudah terjadi pada paparan 1-2 ppm. Untuk penderita yang mempunyai penyakit kronis pada sistem pernapasan, kardioveskular, dan lanjut usia gas sulfur dioksida merupakan polutan yang berbahaya karena dengan paparan yang rendah saja sekitar 0,2 ppm sudah dapat menyebabkan iritasi tenggorokan. Pengaruh sulfur dioksida dalam berbagai kadar terhadap kesehatan manusia dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Pengaruh Gas SO_2 terhadap Manusia

Konsentrasi SO_2 (ppm)	Pengaruh terhadap kesehatan
3-5	Jumlah minimum yang dapat dideteksi baunya
8-12	Jumlah minimum yang segera mengakibatkan iritasi tenggorokan
20	Jumlah minimum yang mengakibatkan iritasi pada mata Dapat menyebabkan batuk Jumlah maksimum yang diperbolehkan untuk paparan yang lama
50-100	Jumlah maksimum yang dibolehkan untuk paparan yang singkat (± 30 menit)
400-500	Sudah berbahaya walaupun dalam paparan yang singkat

Sumber : Philip Kristanto, Ekologi Industri, Edisi Pertama cetakan pertama, 2002

2.10. Spektrofotometri UV-Visibel

Spektrofotometri UV-Visibel adalah metode analisis spektroskopik yang menggunakan sumber radiasi elektromagnetik UV dekat (200-400 nm) dan sinar tampak (400-750 nm) dengan menggunakan instrumen spektrofotometer. Radiasi UV jauh (100-190 nm) tidak digunakan, karena pada daerah tersebut udara juga

mengalami absorbansi radiasi. Radiasi diserap melalui eksitasi elektron-elektron yang terlibat dalam ikatan antara atom-atom pembentuk molekul, sehingga awan elektron menahan atom bersama-sama untuk mendistribusikan kembali atom-atom itu sendiri dan orbital yang ditempati oleh elektron- elektron pengikat tidak lagi bertumpang tindih. Sinar melewati suatu senyawa, energi dari sinar digunakan untuk mendorong perpindahan elektron dari orbital ikatan atau orbital non ikatan ke salah satu orbital anti-ikatan yag kosong (Supratman, 2010).

Dalam mempelajari analisis kuantitatif, berkas radiasi atau cahaya yang dikenakan pada cuplikan dan intensitas radiasi yang ditransmisikan diukur. Cuplikan ditempatkan dalam sel atau kuvet yang terbuat dari gelas yang khusus. Radiasi yang diserap oleh cuplikan atau spesies ditentukan dengan cara membandingkan intensitas dari berkas radiasi yang ditransmisikan bila spesies penyerap tidak ada dengan intensitas yang ditransmisikan bila spesies penyerap ada (Sastrohamidjojo, 2013).

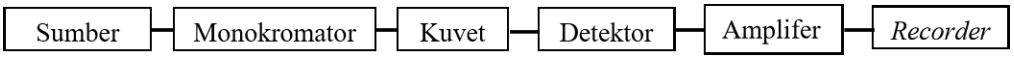
Hubungan antara absorbansi terhadap konsentrasi akan linier apabila nilai absorbansi larutan atau sering disebut sebagai daerah berlakunya hukum Lambert-Beer. Pelarut yang sering digunakan adalah air, etanol, metanol, dan n-heksana karena pelarut ini transparan pada daerah UV (Suharti, 2017).

Spektrum elektromagnetik dibagi dalam beberapa cahaya. Suatu daerah akan diabsorbansi oleh atom atau molekul dan panjang gelombang cahaya yang diabsorbansi dapat menunjukkan struktur senyawa yang diteliti. Spektrum absorbansi dalam daerah-daerah ungu dan sinar tampak umumnya terdiri dari satu atau beberapa pita absorbansi yang lebar (Marzuki, 2012).

Spektrofotometer yang digunakan di laboratorium PT. Karsa Buana Lestari merupakan Spektrofotometer UV-Visibel portabel HACH DR 2800. Digunakan spektrofotometer portable agar mudah dibawa kemana-mana ketika sampling dan diukur di tempat pengukuran. Spektrofotometer ini memiliki banyak kelebihan, selain dapat dibawa berpergian spektrofotometer ini dapat menyimpan metode analisis sehingga dapat menyimpan kurva yang dapat digunakan berkali-kali.

Peralatan Spektrofotometer UV-Visibel sangat beragam dari yang manual sampai yang digital atau yang sudah dihubungkan dengan peralatan komputer (

komputerisasi) dari berbagai merek sesuai dengan negara produsennya. Secara umum komponen-komponen spektrofotometer baik yang sinar tunggal (*single beam)* maupun sinar ganda (*double beam)* (Sitorus, 2017). Dapat dilihat pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Instrumentasi Spektrofotometer UV-Visibel (Sastrohamidjojo, 2007)

Sumber cahaya berguna untuk memberikan energi pada daerah panjang gelombang sesuai keinginan pengukur dan mempertahankan intensitas sinar yang konstan. Monokromator berguna untuk mengubah sinar polikromatis menjadi monokromatis. Kuvet berguna untuk mengisi larutan sampel maupun blanko yang akan diukur absorbansinya. Detektor berfungsi untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, sedangkan amplifier berfungsi untuk memperbesar atau memperkuat arus yang dihasilkan untuk detektor agar dapat dibaca oleh recorder dan *recorder* berguna untuk membaca sinar listrik yang dihasilkan pada detektor yang telah diperkuat atau diperbesar arusnya oleh amplifier agar dikonversikan ke dalam besaran absorbansi atau persentase transmitan (Sastrohamidjojo, 2007).

2.11. Verifikasi

Pengujian parameter uji yang dipersyaratkan dalam standar uji, bahwa laboratorium harus mempunyai mutu yang berkualitas dan personil yang handal. Hal tersebut dapat dicapai melalui sistem manajemen mutu sehingga laboratorium memiliki kemampuan dan kepercayaan yang baik serta hasil pengujiannya bisa dipertanggungjawabkan (Supriyanto dan Samin, 2017). Pada sistem manjemen mutu SNI ISO/IECT 17025:2008 yaitu tentang persyaratan umum kompetensi laboratorium pengujian dan laboratorium kalibrasi, suatu laboratorium diharuskan melakukan validasi metode, salah satunya adalah validasi metode internal yang lebih dikenal dengan nama verifikasi metode terhadap metode uji yang digunakan dalam laboratorium (BSN, 2006)

Verifikasi adalah konfirmasi ulang dengan cara menguji suatu metode dengan

melengkapi bukti-bukti yang objektif. Verifikasi metode dilakukan terhadap metode uji standar yang dipakai dalam suatu laboratorium. Verifikasi metode juga dilakukan untuk metode yang baru saja akan digunakan di laboratorium sehingga dapat dijadikan sebagai metode pengujian rutin. Verifikasi metode juga perlu dilakukan apabila terjadi pergantian instrumen yang digunakan untuk analisis rutin. Instrumen dengan spesifikasi berbeda akan memiliki hasil analisis yang berbeda pula. Metode yang telah digunakan dalam waktu yang cukup lama juga perlu dilakukan verifikasi. Verifikasi metode bertujuan untuk memastikan bahwa laboratorium yang bersangkutan mampu melakukan pengujian dengan metode uji dengan hasil yang valid (Saputra, 2009). Verifikasi metode bertujuan untuk memastikan bahwa laboratorium yang bersangkutan mampu melakukan pegujian dengan metode uji dengan hasil yang valid dan apakah sesuai atau tidak dengan tujuan penggunaannya. Verifikasi metode uji juga dapat digunakaan untuk membuktikan bahwa laboratorium memiliki data kinerja karena setiap laboratorium memiliki kodisi dan kompetensi personil serta kemampuan peralatan yang berbeda (Mulhaquddin, 2014). Parameter verifikasi metode yaitu presisi, akurasi (ketepatan), linearitas dan rentang, batas deteksi (*Limit Of Detection/*LOD) dan batas kuantifikasi (*Limit Of Quantification/*LOQ), spesifisitas (selektivitas), sensitivitas, ketangguhan dan ketahanan. Dalam verifikasi metode uji terdapat parameter minimal yang harus dipenuhi yaitu presisi dan akurasi (Sa'adah dan Winata, 2010)

2.11.1. Presisi

Presisi adalah ukuran kedekatan hasil analisis diperoleh dari serangkaian pengukuran ulang dan ukuran yang sama. Presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif dapat dinyatakan sebagai *repeatbility* (keterulangan), *reproducibility* (ketertiruan) dan presisi antara (*intermediate precision*). *Repeatbility* yaitu ketelitian yang diperoleh dari hasil pengulangan dengan menggunakan metode, analis, peralatan, dan laboratorium yang sama dengan interval waktu pemeriksaan yang singkat, presisi antara yaitu presisi yang dilakukan dengan cara mengulang pemeriksaan terhadap contoh uji dengan alat,

waktu dan analis yang berbeda namun dalam laboratorium yang sama, sedangkan *reproducibility* adalah keseksamaan metode jika dikerjakan pada kondisi yang berbeda, biasanya pengujian dilakukan dalam laboratorium, peralatan analis yang berbeda pula. Presisi antara (*intermediate precision*) merupakan presisi yang dilakukan dengan cara mengulang pemeriksaan terhadap contoh uji dengan alat, waktu, pereaksi, dan analis yang berbeda namun dalam laboratorium yang sama (Riyanto, 2014). Presisi dapat diterima apabila nilai simpangan baku relatif (%RSD) ≤ 2% yang dapat dihitung dengan persamaan (1) dan (2) :

$$\square\square = \mathbf{J}\frac{\overline{\mathrm{X}(\mathrm{X}_2-\mathrm{X})^2}}{\square-1} \quad (1)$$

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} \mathrm{x}\ 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

SD : Standar deviasi

$\bar{x}$: nilai rata-rata konsentrasi sampel

n : jumlah pengulangan

xi : nilai hasil analisis

Apabila nilai %RSD ≥ 2% maka presisi dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan CV *Horwitz*. Repeatabilitas dikatakan baik jika nilai %RSD ≤ 2/3 %*CV Horwitz* (Puspita, 2018) dengan persamaan (3) :

$$\%CVHorwitz = 2^{1-0,5\log C} \quad (3)$$

2.11.2. Akurasi

Akurasi (ketepatan) adalah ukuran perbedaan antara harapan hasil tes dan nilai referensi yang diterima karena metode sistematis dan kesalahan laboratorium. Kriteria akurasi sangat tergantung pada konsentrasi analit dalam matriks sampel dan keseksamaan metode atau RSD. Rentang kesalahan yang diperbolehkan pada setiap konsentrasi analit pada matriks berbeda-beda tergantung pada konsentrasi analit dalam sampel (Harmita, 2014). Akurasi dinyatakan sebagai persen perolehan

kembali (*recovery*) akurasi bisa diketahui dengan dua cara yaitu metode simulasi dan metode penambahan baku, selain itu metode analisis juga bisa menggunakan CRM (*Certified Refference Material*) dan adisi standar. CRM mempunyai nilai terselusur SI (Standar Internasional) dan dapat dijadikan nilai acuan untuk nilai yang sebenarnya, akan tetapi apabila CRM tidak tersedia maka dapat menggunakan bahan yang mirip dengan contoh uji yang diperkaya analit yang memiliki kemurnian tinggi atau disebut dengan metode adisi standar. Penentuan akurasi dapat ditentukan dengan persamaan (4):

$$\%\text{Akurasi} = \frac{\text{N□Sa□ B□□ar–Kac□Ś Æ□aS□c□c}}{\text{N□Sa□ B□□ar}} \text{ x } 100 \qquad (4)$$

2.11.3. Linieritas

Linearitas merupakan kemampuan cara kerja analisis yang menghasilkan tanggapan analisis yang langsung dan proporsional terhadap konsentrasi analit dalam sampel uji (Maryati, 2012). Uji linearitas suatu larutan memenuhi syarat jika koefisien relasi mendekati nilai 1 (Suprianto dan Lelifajri, 2009). Parameter adanya hubungan linearitas menggunakan koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R^2) pada persamaan regresi linier y = ax + b dimana x merupakan konsentrasi sampel, y merupakan respon dari instrumen, a merupakan slope, dan b merupakan intersep. Syaratkeberterimaan koefisien determinasi sebesar >0,997 (Riyanto, 2014).

2.11.4. Batas Deteksi

Batas kuantifikasi (*Limit Of Quantification*) adalah batas konsentrasi analit terendah yang dapat diterapkan secara kuantitatif dengan tingkat akurasi dan presisi yang dapat diterima ketika metode yang dimaksud diaplikasikan sedangkan batas deteksi (*Limit Of Detection*) merupakan batasan konsentrasi analit terendah yang masih dapat dideteksi tidak secara kuantitatif (Vera, 2011). LOD dan LOQ dapat ditentukan dengan menggunakan tiga cara, cara pertama *Signal to Noise* yaitu menggunakan kromatogram atau dengan auto integrator, cara kedua penentuan blanko yaitu diterapkan ketika analisis blanko memberikan nilai standar deviasi

tidak nol. LOD dinyatakan sebagai konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah 3 SD dan LOQ adalah konsentrasi analit yang sesuai dengan nilai blanko sampel ditambah 10 SD seperti yang ditunjukkan dalam persamaan (5) dan (6) :

$$LOD = x + 3SD \quad (5)$$

$$LOQ = x + 10SD \quad (6)$$

Dimana x adalah konsentrasi rata-rata blanko dan SD adalah standar deviasi dari blanko. Cara ketiga yaitu menggunakan kurva kalibrasi yang liniear diasumsikan bahwa respon instrumen y berhubungan liniear dengan konsentrasi x standar untuk rentang yang terbatas konsentrasi. Hal ini dapat dinyatakan dalam model seperti y = ax+b. Model ini digunakan untuk menghitung sensitivitas b, LOD dan LOQ. LOD dan LOQ dapat dinyatakan dengan persamaan (7) dan (8) :

$$LOD = \frac{3 \times S_{y/x}}{slope} \quad (7)$$

$$LOQ = \frac{10 \times S_{y/x}}{slope} \quad (8)$$

Deteksi alat diketahui juga dengan menentukan hasil IDL (*Instrumen Detection of Limit*) yaitu kemampuan dan ketrbatasan laboratorium dalam menerapkan suatu metode pengujian pada kadar terendah, diatas noise yang mampu dideteksi alat. Penentuan nilai IDL yaitu dengan mengukur blanko atau akuades diukur panjang gelombang sesuai parameter dengan pengulangan 7 atau 10 kali pengulangan maka dapat ditentukan standar deviasi, sedangkan MDL (*Method Detection of Limit*) adalah konsentrasi terkecil yang dapat dibaca dengan metode tertentu. MDL yang telah memenuhi batas keberterimaan secara statistika maka MDL harus dibandingkan dengan nilai baku mutu lingkungan hidup. Jika MDL yang dihasilkan lebih kecil dari nilai baku mutu lingkungan hidup maka laboratorium dapat menggunakan metode tersebut untuk pengujian parameter kualitas lingkungan. Namun, jika hasil yang dihasilkan lebih besar dari nilai baku mutu lingkungan

hidup maka laboratorium harus mencari metode pengujian lainnya hingga diperoleh nilai MDL dibawah nilai baku mutu lingkungan hidup (Hadi, 2010).

BAB III

METODOLOGI

Metode yang digunakan mengacu pada SNI 19-7119.1-2005 untuk pengujian gas Sulfur Dioksida (SO_2) di PT. Karsa Buana Lestari.

3.1 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada pengujian gas SO_2 adalah akuades, penjerap tetrakloromerkurat (TCM) 0,04 M, induk natrium sulfit, standar natrium sulfit, induk iod 0,1 N, larutan iod 0,01 N, indikator kanji, induk natrium tiosulfat 0,1 N, natrium tiosulfat 0,01 N, asam klorida Pekat 37%, asam sulfamat 0,6%, asam fosfat Pekat 85,5% , induk pararosanilin 0,2%, larutan kerja pararosanilin 96%, formaldehida 0,2%, penyangga asetat 1 M(ph=4,74).

3.2 Alat

Spektrofotometri UV-Visibel *single beam* (HACH DR 2800), kuvet, alat-alat gelas, propipet, neraca analiti, spatula, *magnetic stirrer* dan magnet, kaca arloji, buret , pengaduk.

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Standardisasi larutan natrium tiosulfat 0,01 N

Standardisasi larutan natrium tiosulfat dilakukan dengan memanaskan kaliom iodat pada suhu 180^oC selama 2 jam dan didinginkan dalam desikator. Sebanyak 0,09 gram kalium iodat dilarutkan kedalam labu ukur 250 mL dan ditambahkan air suling sampai tanda tera, lalu homogenkan. Setelah itu dipipet 25 mL larutan kalium iodat tersebut ke dalam labu erlenmeyer 250 mL, ditambahkan 1 gram kalium iodida dan 10 mL asam klorida (1:10). ;abu erlenmeyer ditutup dan ditunggu 5 menit, dilakukan titrasi larutan dalam erlenmeyer dengan larutan natrium tiosulfat 0,01 N sampai warna larutan kuning muda. Larutan ditambahkan 5 mL indikator kanji, dan dilanjutkan titrasi sampai titik akhir (warna biru tepat hilang). Normalitas larutan natrium tiosulfat dapat ditentukan dengan persamaan (9).

$$N = \frac{b \times 1000 \times V_1}{35{,}67 \times 250 \times V_2} \qquad (9)$$

keterangan :

N	: Konsentrasi larutan natrium tiosulfat dalam grek/L (N)
b	: Bobot KIO_3 dalam 250 mL air suling (g)
V_1	: Volume KIO_3 yang digunakan dalam titrasi (mL)
V_2	: Volume larutan natrium tio sulfat hasil titrasi (mL)
35,67	: Bobot ekivalen KIO_3 (BM KIO_3/6)
250	: Volume larutan KIO_3 yang dibuat dalam labu ukur 250 mL
1000	: Konversi liter (L) ke mL

3.3.2 Penentuan konsentrasi SO_2 dalam larutan induk Na_2SO_3

Penentuan konsentrasi sulfur dioksida dilakukan dengan memipet 25 mL larutan induk natrium sulfit kedalam erlenmeyer, ditambahkan 50 mL larutan iod 0,01 N dan disimpan dalam ruang tertutup selama 5 menit. Larutan dititrasi dalam erlenmeyer dengan larutan tiosulfat 0,01 N sampai warna kuning muda. Larutan tersebut ditambahkan 5 mL indikator kanji dan dilanjutkan titrasi sampai titik akhir (warna biru tepat hilang). Titrasi blanko dilakukan dengan memipert sebanyak 25 mL air suling. Setelah itu dicatat volume dan dihitung konsentrasi sulfur dioksida dengan persamaan (10).

$$C = \frac{(V_b - V_c) \times N \times 32{,}03 \times 1000}{V_a} \qquad (10)$$

keterangan :

C	: Konsentrasi SO_2 dalam larutan induk $Na_2S_2O_5$ (µg/mL)
V_b	: Volume natrium tio sulfat hasil titrasi blanko (mL)
V_c	: Volume natrium tio sulfat hasil titrasi larutan induk (mL)
N	: Normalitas larutan natrium tio sulfat 0,01 N (N)
V_a	: Volume larutan induk $Na_2S_2O_5$ yang dipipet (mL)
32,03	: Berat ekivalen SO_2 (BM SO_2/2)
1000	: Konversi liter (L) ke mL

3.3.3 Pembuatan kurva kalibrasi

Pembuatan seri larutan standar dilakukan dengan memipet larutan standar natrium sulfit sebanyak 0 mL; 0,25 mL; 0,50 mL; 1 mL; 2 mL; 5 mL; 7 mL; dan 10 mL ke dalam labu ukur 25 mL lalu ditambahkan larutan penjerap sampai volumnya 10 mL. masing-masing labu ukur ditambahkan 1 mL larutan asam sulfamat 0,6% dan ditunggu sampai 10 menit. Setelah itu larutan tersebut ditambahkan 2 mL larutan formaldehida 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin. Campuran larutan ditepatkan dengan air suling sampai volume 25 mL, lalu dihomogenkan dan ditunggu 30-60 menit. Absorbansi masing-masing larutan standar diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 550 nm.

3.3.4 Pengambilan Sampling Udara Ambien

Sebanyak 10 mL larutan Penjerap tetrakloromerkurat dimasukkan kedalam tabung impinger untuk sampel, kemudian *filter* dan *holder* dipasang dan dihubungkan dengan *flowmeter, impinger* dan pompa. Waktu pengambilan sampel, suhu, tekanan serta kelembaban udara diukur dan dicatat. Volume contoh uji yang diambil dapat ditentukan dengan persamaan (11)

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times \square \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760} \qquad (11)$$

keterangan :

V : Volume udara yang dihisap (L)

F_1 : Laju alir awal (L/menit)

F_2 : Laju alir akhir (L/menit)

t : Durasi pengambilan contoh uji (menit)

P_a : Tekanan barometer rata-rata pengambilan contoh uji (mmHg)

T_a : Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (K)

298 : Tempetatur pada kondisi normal 25^{o}C

(K) 760 : Tekanan pada kondisi normal 1 atm

(mmHg)

3.3.5 Pengujian contoh

Sampel gas sulfur dioksida dimasukkan ke dalam labu ukur 25 mL, kemudian ditambahkan sebanyak 10 mL larutan penjerap tetrakloromerkurat. Larutan

ditambahkan 1 mL larutan asam sulfamat 0,6% dan ditunggu sampai 10 menit. Setelah itu campuran larutan ditambahkan 2 mL larutan formaldehida 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin. Larutan ditepatkan dengan air suling sampai volume 25 mL, dihomogenkan dan ditunggu 30-60 menit. Absorbansi masing-masing sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 550 nm. Konsentrasi sulfur dioksida dalam contoh uji selama 1 jam dapat ditentukan dengan persamaan (12)

$$C = \frac{a}{V} \times 1000 \qquad (12)$$

Keterangan:

C : Konsentrasi SO_2 di udara (µg/Nm^3)

a : Jumlah SO_2 dari contoh uji dengan melihat kurva kalibrasi (µg)

V : Volume udara pada kondisi normal (L)

1000 : Konversi liter (L) ke m^3

3.3.6 Penentuan IDL *(Instrument Detection Limit)*

Penentuan IDL dilakukan dengan mengukur larutan blanko. Blanko yang digunakan dalam percobaan ini adalah larutan penjerap. Larutan penjerap dipipet 10 mL kedalam labu 25 mL sebanyak 10 kali pengulangan. Larutan ditambahkan 1 mL larutan asam sulfamat 0,6% dan ditunggu sampai 10 menit. Setelah itu campuran larutan ditambahkan 2 mL larutan formaldehida 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin. Larutan ditepatkan dengan air suling sampai volume 25 mL, dihomogenkan dan ditunggu 30-60 menit. Absorbansi masing-masing sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 550 nm.

3.3.7 Penentuan Presisi

Penentuan presisi dilakukan dengan menggunakan larutan standar dengan kadar rendah 3,20 µg dan kadar tinggi 32,06 µg dalam labu 25 mL sebanyak 10 kali pengulangan. Lalu masing-masing ditambahkan larutan penjerap sampai volume menjadi 10 mL. Larutan ditambahkan 1 mL larutan asam sulfamat 0,6% dan ditunggu sampai 10 menit. Setelah itu campuran larutan ditambahkan 2 mL larutan

formaldehida 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin. Larutan ditepatkan dengan air suling sampai volume 25 mL, dihomogenkan dan ditunggu 30-60 menit. Absorbansi masing-masing sampel diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 550 nm.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan zat pencemar udara pada udara ambien perlu diketahui untuk menentukan kualitas udara karena sangat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Parameter gas pencemaran udara yang diuji pada Praktik Kerja lapangan ini adalah gas Sulfur Dioksida (SO_2). Pemantauan kualitas udara ambien dilakukan di suatu laboratorium jasa yang berada di daerah Jakarta Selatan. Sampel udara ambien diambil menggunakan *impinger* yang ditempatkan setinggi 1,5 meter agar udara yang terserap maksimal tanpa adanya penghalang. Metode yang digunakan untuk pengujian parameter udara ambien adalah pararosanilin untuk gas sulfur dioksida (SO_2) yang mengacu pada SNI 7119-7:2017.

4.1 Penentuan Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di Udara

Penentuan konsentrasi gas sulfur dioksida (SO_2) di udara dilakukan berdasarkan SNI 7119-7:2017. Prinsip penentuan SO_2 yaitu gas SO_2 diserap larutan penjerap tetrakloromerkurat(II) (TCM) sehingga membentuk senyawa kompleks diklorosulfonatomerkurat, sampel uji yang diperoleh direaksikan dengan larutan sulfamat yang berfungsi sebagai pengusir ion-ion pengganggu. Larutan SO_2 mudah hilang apabila terkena cahaya, oleh karena itu direaksikan dengan formaldehid sebagai pengawet. Larutan direaksikan dengan pararosanilin untuk membentuk senyawa kompleks pararosanilin metil sulfonat.

Senyawa pararosanilin metil sulfonat yang sudah bereaksi akan menghasilkan warna ungu. Warna larutan sampel terlihat jelas, oleh karena itu sampel ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada daerah *visible* dengan panjang gelombang 550 nm berdasarkan SNI 7119-7:2017. Senyawa kompleks bewarna ungu terbentuk dikarenakan adanya perpindahan elektromagnetik oleh senyawa gas sulfur dioksida akibat suatu perlakuan tertentu. Perpindahan elektromagnetik yang terjadi memancarkan spektra pada panjang gelombang daerah yang bewarna sehingga intensitas warna dapat diukur oleh spektrofotometer UV-Visibel.

Penentuan konsentrasi gas sulfur dioksida pada larutan induk natrium sulfit dilakukan dengan menggunakan larutan natrium tiosulfat yang telah distandardisasi sebagai titran sampai membentuk warna biru tepat hilang pada titik akhir titrasi. Hasil standardisasi dapat dilihat pada Tabel 4.1

Tabel 4.1 Hasil Standardisasi Larutan Natrium Tiosulfat

No.	V KIO_3 (mL)	V Titrasi (mL)	N $Na_2S_2O_3$ (N)
1.	25	25,50	0,01028
2.	25	25,50	

Hasil standardisasi digunakan untuk mengetahui konsentrasi sulfur dioksida pada larutan induk natrium sulfit yang akan digunakan untuk larutan standar kurva kalibrasi sulfur dioksida dan diperoleh hasil normalitas larutan natrium tiosulfat sebesar 0,01028 N. Terjadi perubahan warna larutan dari tidak bewarna menjadi kuning muda setelah ditambahkan dengan indikator kanji berubah menjadi warna biru kemudian dititrasi kembali larutan sampai tidak bewarna. Konsentrasi sulfur dioksida pada larutan induk natrium sulfit sebesar 320,6891 µg/mL. Konsentrasi yang didapat dipengaruhi oleh beberapa hal yaitu massa natrium sulfit yang ditimbang dan indikator kanji yang digunakan, kemudian ditentukan juga kemurnian pararosanilin yang digunakan sebagai zat pereaksi untuk membuat larutan standar kerja pararosanilin, jika kemurnian pararosanilin kurang dari 100% maka pada saat pembuatan larutan standar kerja dipipet lebih dari 40 mL kemudian ditambahkan dengan larutan asam fosfat 3M dan diencerkan menggunakan akuades samai volume 500 mL.

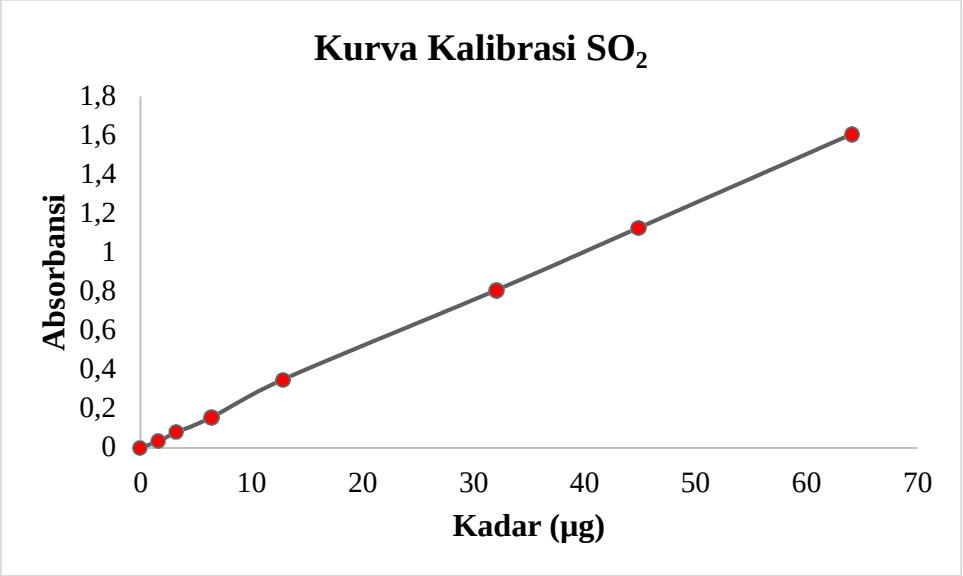
Penentuan kemurnian larutan pararosanilin dengan mengukur larutan induk pararosanilin yang sudah diencerkan kedalam labu ukur 100 mL, ditambahkkan larutan buffer asetat diencerkan sampai volume mencapai 50 mL, ditunggu kurang lebih selama satu jam dan diukur absorbansinya pada panjang gelombag 540 nm menggunakan spektrofotometer UV-Visibel. Hasil dari pengukuran kemurnian pararosanilin sebesar 96,39% adapun faktor yang bisa mempengaruhi kemurnian pararosanilin adalah pada saat penimbangan kristal pararosanilin, pengenceran larutan induk dan larutan yang digunakan untuk mengencerkannya.

Pembuatan kurva kalibrasi dilakukan dengan memipet larutan standar kerja natrium sulfit kedalam labu ukur 25 mL sebesar 0; 0,25; 0,5; 1; 2; 5; 7; dan 10 mL dari larutan standar natrium sulfit. Masing-masing konsentrasi ditambahkan 1 mL asam sulfamat 0,6% lalu ditunggu selama 10 menit. Setelah itu ditambahkan 2 mL formaldehid 0,2% dan 5 mL larutan pararosanilin yang akan menghasilkan warna ungu dan ditunggu selama 30 menit lalu diukur absorbansinya pada panjang gelombang 550 nm menggunakan spektrofotometer UV-Visibel, hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2.

Tabel 4.2 Hasil Absorbansi Larutan Standar SO_2

Volume yg dipipet (mL)	Konsentrasi (µg)	Absorbansi
0	0,0000	0,000
0,25	1,6030	0,034
0,5	3,2070	0,078
1	6,4140	0,156
2	12,8280	0,349
5	32,0690	0,807
7	44,8960	1,126
10	64,1380	1,606

Hasil pengukuran larutan standar SO_2 digunakan untuk menentukan kurva kalibrasi dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi yang dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Kurva kalibrasi Sulfur Dioksida

Berdasarkan Gambar 4.1 dapat diketahui persamaan regresi linier yaitu y = 0,0251x + 0,0021 dan nilai R^2 = 0,9997 merupakan nilai determinasi menunjukkan tingkat kelayakan kurva kalibrasi yang digunakan untuk memprediksi kadar sempel yang tidak diketahui. Hasil R yang didapat mendekati 1 sedangkan berdasarkan SNI metode ini dapat diterima apabila hasil koefisien korelasi sebesar lebih dari atau sama dengan 0,995 maka ada korelasi yang kuat antara absorbansi dan konsentrasi standar. Nilai koefisien determasi sebesar 0,9997 menunjukkan bahwa persamaan regresi linear yang diperoleh dapat digunakan untuk menjelaskan konsentrasi standar sehingga baik digunakan untuk menjelaskan konsentrasi sampel. Nilai konsentrasi standar dan absorbansi berbanding lurus, maka semakin besar konsentrasi maka nilai absorbansi semakin tinggi. Faktor yang mempengaruhi absorbsi meliputi jenis pelarut, pH larutan, suhu, konsentrasi larutan elektrolit yang tinggi dan dimungkinkan adanya zat pengganggu, selain itu kebersihan juga mempengaruhi hasil absorbansi termasuk berkas sidik jari yang ada dalam kuvet serta kemampuan alat dalam membaca absorbansi.

Sampel gas sulfur dioksida di udara dijerap oleh larutan penjerap tetrakloromerkurat (TCM) yang berfungsi sebagai agen penjerap agar sampel yang hendak diuji bisa tertampung dalam suatu media sehingga memudahkan proses pengujian. Larutan penjerap yang digunakan bersifat selektif yang akan menjerap

senyawa SO_2. Proses sampling menggunakan alat air sampler impinger sebagai wadah larutan penjerap. Alat ini dihubungkan dengan pompa penghisap dengan laju alir 0,5 L/menit. Sebanyak 10 mL larutan penjerap akan menjerap gas SO_2 di udara ambien selama kurang lebih 60 menit. Selama pompa penghisap dihidupkan, dilakukan pengukuran temperatur, kecepatan angin, tekanan udara dan kelembapan udara di lokasi pengambilan sampel gas SO_2. Sampel sulfur dioksida setelah pengambilan langsung di analisis menggunakan spektrofotometer UV-Visibel pada panjang gelombang 550nm. Data hasil pengujian gas sulfur dioksida menggunakan spektrofotometer UV-Visibel dilihat pada Tabel 4.3.

Tabel 4.3 Hasil Pengujian Sampel Gas Sulfur Dioksida (SO_2)

Sampel	Absorbansi	Jumlah SO_2 dari contoh uji (µg)	Konsentrasi (µg/Nm^3)
1	0,033	1,2310	41,0358
2	0,033	1,2310	41,0358

Berdasarkan Tabel 4.3 konsentrasi gas sulfur dioksida yang didapat yaitu untuk sampel pertama sebesar 41,0358 µg/Nm^3 dan untuk sampel kedua sebesar 41,0358 µg/Nm^3 dimana hasil tersebut menunjukkan berada dibawah baku mutu udara ambien yaitu sebesar 900 µg/Nm^3 sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.41 tahun 1999 dan KEPGUB DKI No.551 Tahun 2001. Oleh karena itu, kadar gas sulfur dioksida di kedua sampel uji menunjukkan kadar yang aman untuk kesehatan karena tidak melebihi Nilai Ambang Batas (NAB) dan dapat dipastikan di sekitar laboratorium PT. Karsa Buana Lestari aman dari cemaran gas Sulfur Dioksida SO_2.

4.2 Parameter Verifikasi Gas Sulfur Dioksida (SO_2)

Parameter verifikasi penentuan gas sulfur dioksida pada pengujian ini terdari dari linieritas, IDL *Instrumen Detection of Limit*), MDL (*Method Detection of Limit*) dan LOQ (*Limit Of Quantitative*), akurasi, presisi.

4.2.1 Linieritas

Linieritas bertujuan untuk memberikan hasil uji langsung atau setelah transformasi konsentrasi komponen uji dalam rentang tertentu, dimana diharapkan suatu hasil yang linier dari konsentrasi larutan baku dengan nilai koefisien korelasi mendekati 1. Data hasil lineritas dapat dilihat pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Hasil Linieritas Kurva Kalibrasi

Konsentrasi (µg)	Absorbansi
0,000	0,000
1,603	0,034
3,207	0,078
6,414	0,156
12,828	0,349
32,069	0,807
44,896	1,126
64,138	1,606
Intersep (a)	0,0021
Slope (b)	0,0251
Koefisien korelasi (r)	0,9998
Koefisien determinasi (r^2)	0,9997

Berdasarkan Tabel 4.4 parameter hubungan kelinieran yang digunakan yaitu koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R^2). Koefisien determinasi adalah rasio dari variasi yang dijelaskan terhadap variasi keseluruhan. Nilai rasio ini selalu negatif sehingga ditandai dengan R^2. Koefisien korelasi adalah suatu ukuran yang menunjukkan kuat atau tidaknya hubungan antar dua variabel yang ditandai dengan r dimana nilai r dapat bervariasi dari -1 sampai +1. Nilai koefisien determasi sebesar 0,9997 menunjukkan bahwa persamaan regresi linear yang diperoleh dapat digunakan untuk menjelaskan konsentrasi standar sehingga baik digunakan untuk menjelaskan konsentrasi sampel. Nilai koefisien korelasi sebesar 0,9998. Nilai koefisien korelasi menunjukkan kelayakan penggunaan grafik dalam pengujian. hal yang harus diperhatikan dalam pengukuran kurva standar adalah tingkat linieritasnya. Uji linieritas akan memenuhi syarat apabila nilai koefisien korelasinya $\geq$ 0,995 (Puspita, 2018), atau mendekati nilai 1 atau -1 yang

menunjukkan bahwa kurva yang dihasilkan semakin linier dan memiliki hubungan yang kuat antar kedua variabel.

4.2.2 Batas Deteksi

Penentuan batas deteksi untuk verifikasi pengujian sulfur dioksida terdiri dari IDL (*Instrumen Detection of Limit*), MDL (*Method Detection of Limit*) dan LOQ (*Limit Of Quantitative*). Penentuan nilai IDL menggunakan penjerap yang diukur menggunakan spektrofotometer UV-Visible pada panjang gelombang 550 nm dilakukan sebanyak 10 kali pengulangan. Data hasil IDL (*Instrumen Detection of Limit*) dapat dilihat pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5 Hasil *Instrument Detection Limit* (IDL)

No.	Absorbansi	Kadar (µg/Nm^3)	*x*	*xi-x*	*(xi-x)^2*	Σ*(xi-x)^2/(n-1)*
1	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
2	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
3	0,001	-1,4298		0,9310	0,8666872	
4	0,001	-1,4298		0,9310	0,8666872	
5	0,001	-1,4298	-	0,9310	0,8666872	
6	0,000	-2,7597	2,3607	-0,3990	0,1591874	0,41270817
7	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
8	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
9	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
10	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	
		Σ(xi-x)^2			3,7143735	
SD					0,6424	
IDL (µg/Nm^3)					1,9273	

Berdasarkan Tabel 4.5 diperoleh hasil konsentrasi IDL denga rumus 3xSD sebesar 1,9273 µg/Nm^3, hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa nilai IDL lebih kecil dari nilai MDL dan konsentrasi menunjukkan hasil yang baik. Adapun faktor yang mempengaruhi dari hasil IDL yaitu penjerap yang digunakan, membilas kuvet dan penjerap yang digunakan untuk mengukur IDL harus sama karena nanti akan mempengaruhi hasil absorbansi. Nilai IDL yang diperoleh juga untuk menentukan MDLest. Untuk hasil MDLlest diperoleh dari rumus 5xIDL. MDL (*Method*

Detection of Limit) yaitu konsentrasi terkecil yang dapat dibaca dengan metode tertentu. Data hasil MDL dan LOQ dapat dilihat pada Tabel 4.6.

Tabel 4.6 Hasil MDL & LOQ

No.	Absorbansi	Kadar (µg/Nm^3)
1	0,076	98,3160
2	0,081	104,9657
3	0,079	102,3058
4	0,075	96,9860
5	0,076	98,3160
6	0,078	100,9758
7	0,077	99,6459
8	0,079	102,3058
9	0,078	100,9758
10	0,076	98,3160
Rata - rata		100,3109
SD		2,4483
MDL (µg/Nm^3)	7,6950	LOQ (µg/Nm^3) 24,4828

MDL pengujian gas sulfur dioksida menggunakan konentrasi yang terrendah dengan 10 kali pengulangan maka diperoleh hasil 7,6950 µg/Nm^3 menunjukkan hasil yang diperoleh masuk ke dalam syarat keberterimaan, karena Menurut PERGUB DKI No.551 Tahun 2001 menyatakan bahwa syarat keberterimaan MDL yang didapatkan harus lebih kecil dari baku mutu. Penentuan LOQ (*Limit Of Quantitarive*) ditentukan dengan 10xSD dari perhitungan dan diperoleh hasil sebesar 24,4828 µg/Nm^3. Hasil LOQ dapat diterima karena hasil MDL sudah memenuhi atau masuk kedalam rentang keberterimaan.

4.2.3 Akurasi

Akurasi adalah ukuran yang menunjukkan derajat kedekatan hasil analis dengan kadar analit yang sebenarnya, penentuan akurasi pada pengujian ini menggunakan adisi standar yaitu menggunakan konsentrasi larutan standar tinggi dan rendah dengan mengukur absorbansi standar tersebut sebanyak 10 kali pengulangan dengan prinsip yang sama, kemudian ditentukan konsentrasi setiap

larutan dan dibandingkan dengan konsentrasi yang sesungguhnya. Data hasil %akurasi dapat dilihat pada Tabel 4.7 dan Tabel 4.8.

Tabel 4.7 Hasil %Akurasi Standar Rendah

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	Kadar Target (µg)	% *Trueness*
1	0,076	2,9495	3,2070	91,97
2	0,081	3,1490		98,19
3	0,079	3,0692		95,70
4	0,075	2,9096		90,73
5	0,076	2,9495		91,97
6	0,078	3,0293		94,46
7	0,077	2,9894		93,21
8	0,079	3,0692		95,70
9	0,078	3,0293		94,46
10	0,076	2,9495		91,97
Rata - rata (µg)		3,0093	Rata - rata (%)	93,84

Tabel 4.8 Hasil %Akurasi Standar Tinggi

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	Kadar Target (µg)	% *Trueness*
1	0,827	32,9131	32,0690	102,63
2	0,827	32,9131		102,63
3	0,828	32,9530		102,76
4	0,830	33,0328		103,01
5	0,828	32,9530		102,76
6	0,775	30,8384		96,16
7	0,765	30,4394		94,92
8	0,835	33,2323		103,63
9	0,830	33,0328		103,01
10	0,833	33,1525		103,38
Rata - rata (µg)		32,5460	Rata - rata (%)	101,49

Berdasarkan Tabel 4.7 dan 4.8 diperoleh hasil rata-rata untuk setiap pengulangan pada konsentrasi larutan standar tinggi sebesar 101,49% dan untuk konsentrasi larutan standar rendah sebesar 93,84%, nilai yang diperoleh masuk kedalam persyaratan rentang %akurasi yaitu sebesar 90%-110%. Suatu metode

dikatakan valid apabila nilai-nilai perolehan kembali dari suatu standar diantara 90%-110% (Sumardi, 2002).

4.2.4 Presisi

Presisi adalah kedekatan hasil pengukuran dilakukan secara berulang dalam kondisi sama menurut derajat kesesuaian antara hasil uji individual, presisi diukur sebagai simpangan baku atau simpangan baku relatif dapat dinyatakan sebagai *repeatability* (keterulangan), *reproducibility* (ketertiruan) dan *intermediate precision* (presisi antara). Presisi bertujuan untuk mengetahui derajat kesamaan pengukuran yang diulang beberapa kali dalam keaadaan serba sama.

4.2.4.1 *Repeatability* (keterulangan)

Penentuan *repeatability* menggunakan larutan standar yang sudah diketahui konsentrasinya yaitu menggunakan konsentrasi standar tinggi dan standar rendah dengan melakukan 10 kali pengulangan untuk menentukan simpangan baku atau standar deviasi. Data hasil repeatabilitas (keterulangan) dapat dilihat pada Tabel 4.9 dan 4.10.

Tabel 4.9 Hasil Repeatabilitas Standar Rendah

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495	3,0093	-0,0598	0,00358172	0,005394685
2	0,081	3,1490		0,1396	0,01950046	
3	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
4	0,075	2,9096		-0,0997	0,00994921	
5	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
6	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
7	0,077	2,9894		-0,0199	0,00039797	
8	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
9	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
10	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
				Σ(xi-x)2	0,04855217	
SD		0,0734		RSD		0,0244
CV_{HITUNG} (%)		2,44		$CV_{HORWITZ}$ (%)		13,56
2/3 $CV_{HORWITZ}$				9,04		

Tabel 4.10 Hasil Repeatabilitas (Keterulangan) Standar Tinggi

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,830	33,0328	32,5580	0,4748	0,22542533	1,040891270
2	0,827	32,9131		0,3551	0,12609237	
3	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
4	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
5	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
6	0,775	30,8384		-1,7196	2,95708173	
7	0,765	30,4394		-2,1186	4,48846487	
8	0,835	33,2323		0,6743	0,45465524	
9	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
10	0,833	33,1525		0,5945	0,35341203	
				Σ(xi-x)2	9,36802143	
SD		1,0202		RSD		0,0313
CV_{HITUNG} (%)		3,13		$CV_{HORWITZ}$ (%)		9,47
2/3 $CV_{HORWITZ}$				6,31		

Berdasarkan Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 diperoleh hasil %RSD untuk konsentrasi rendah sebesar 2,44% dan untuk konsentrasi tinggi sebesar 3,13% selain menentukan RSD ditentukan juga $^2/_3$ CV Horwitz dengan hasil konsentrasi rendah sebesar 9,04% dan untuk konsentrasi tinggi sebesar 6,31% syarat repeatabilitas dapat diterima jika hasil RSD lebih kecil dari $^2/_3$ CV Horwitz dari hasil data menunjukkan untuk konsentrasi rendah sebesar 2,44% $\leq$ 9,04% sedangkan untuk konsentrasi tinggi sebesar 3,13% $\leq$ 6,31%. Faktor yang bisa mempengaruhi hasil repeatability yaitu pada saat penambahan standar, pada saat menera larutan menggunakan larutan penjerap apakah kurang atau bahkan kelebihan walaupun hanya sedikit akan mempengaruhi hasil pada saat pengukuran.

4.2.4.2 Presisi Antara (*Intermediate Precision*)

Presisi antara (*intermediate precision*) merupakan presisi yang dilakukan dengan cara mengulang pemeriksaan terhadap contoh uji dengan alat, waktu pereaksi, dan analis yang berbeda namun dalam laboratorium yang sama. Tujuan parameter ini adalah untuk memastikan pada laboratorium yang sama metode akan

menyediakan hasil yang tidak berbeda nyata, mengevaluasi kinerja operator, mengetahui dan meningkatkan mutu laboratorium dan untuk mengetahui tingkat kesulitan metode. Presisi antara menggunakan larutan standar rendah dan tinggi. Data hasil presisi antara konsentrasi rendah dapat dilihat pada Tabel 4.11. dan 4.12 sedangkan untuk data hasil presisi antara konsentrasi tinggi dapat dilihat pada Tabel 4.13. dan 4.14.

Tabel 4.11 Hasil Presisi Antara Standar Rendah Analis 1

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495	3,0093	-0,0598	0,00358172	0,005394685
2	0,081	3,1490		0,1396	0,01950046	
3	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
4	0,075	2,9096		-0,0997	0,00994921	
5	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
6	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
7	0,077	2,9894		-0,0199	0,00039797	
8	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
9	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
10	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
				Σ(xi-x)2	0,04855217	
SD		0,0734		RSD		0,0244
CV_{HITUNG} (%)		2,44		$CV_{HORWITZ}$ (%)		13,56

Tabel 4.12 Hasil Reprodusibilitas Standar Rendah Analis 2

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495	2,8976	0,0519	0,00269027	0,003555186
2	0,074	2,8697		-0,0279	0,00078002	
3	0,072	2,7899		-0,1077	0,01160476	
4	0,077	2,9894		0,0918	0,00842102	
5	0,075	2,9096		0,0120	0,00014327	
6	0,074	2,8697		-0,0279	0,00078002	
7	0,073	2,8298		-0,0678	0,00460052	
8	0,076	2,9495		0,0519	0,00269027	
9	0,075	2,9096		0,0120	0,00014327	
10	0,075	2,9096		0,0120	0,00014327	
				Σ(xi-x)2	0,03199667	
SD		0,0596		RSD		0,0206
CV_{HITUNG} (%)		2,06		$CV_{HORWITZ}$ (%)		13,63

Tabel 4.13 Hasil Presisi Antara Standar Tinggi Analis 1

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,830	33,0328	32,5580	0,4748	0,22542533	1,040891270
2	0,827	32,9131		0,3551	0,12609237	
3	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
4	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
5	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
6	0,775	30,8384		-1,7196	2,95708173	
7	0,765	30,4394		-2,1186	4,48846487	
8	0,835	33,2323		0,6743	0,45465524	
9	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
10	0,833	33,1525		0,5945	0,35341203	
				Σ(xi-x)2	9,36802143	
SD		1,0202		RSD		0,0313
CV_{HITUNG} (%)		3,13		$CV_{HORWITZ}$ (%)		9,47

Tabel 4.14 Hasil Presisi Antara Standar Tinggi Analis 2

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,830	33,0328	32,4650	0,5678	0,32234326	1,385595921
2	0,832	33,1126		0,6475	0,41932024	
3	0,772	30,7187		-1,7463	3,04973344	
4	0,839	33,3799		0,9149	0,83698350	
5	0,832	33,1126		0,6475	0,41932024	
6	0,838	33,3520		0,8869	0,78666117	
7	0,834	33,1924		0,7273	0,52903222	
8	0,833	33,1525		0,6874	0,47258436	
9	0,769	30,5990		-1,8660	3,48211835	
10	0,779	30,9980		-1,4671	2,15226651	
				Σ(xi-x)2	12,47036329	
SD		1,1771		RSD	0,0363	
CV_{HITUNG} (%)		3,63		$CV_{HORWITZ}$ (%)	9,48	

Keberterimaan presisi antara ditentukan dengan nilai *Zscore*. *Zscore* merupakan suatu ukuran yang menentukan seberapa besar jarak suatu nilai terhadap rata-ratanya dalam satuan standar deviasi. Nilai *Zscore* akan berada pada suatu titik pada sumbu datar dari kurva normalnya. Keberadaan nilai *Zscore* akan menentukan posisinya dalam sumbu datar kurva normal yang juga menunjukkan seberapa jauh keberadaan suatu nilai observasi (x) terhadap rata-ratanya.

Berdasarkan Tabel 4.11 dan 4.12 untuk konsentrasi rendah serta Tabel 4.13 dan 4.14 untuk konsentrasi tinggi diperoleh nilai Zscore secara berturut-turut sebesar 0,46 dan -0,32. Hasil uji Zscore pada konsentrasi rendah dan konsentrasi tinggi menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan pada dua kelompok data, yaitu data yang diperoleh Analis 1 dan Analis 2. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai Zscore yang masuk dalam daerah keberterimaan yaitu pada rentang -1,96 sampai 1,96 menunjukkan data yang baik atau dapat diterima (inlier). Uji Z ini dilakukan dengan metode two tailed dan alpha 5% (tingkat kepercayaan 95%). Apabila nilai Zscore negatif (-) menunjukkan bahwa posisinya berada disebelah kiri rata-ratanya dalam kurva normal, dan apabila bernilai positif (+) maka posisinya berada disebelah kanan rata-ratanya dalam kurva normal. Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa nilai Zscore untuk konsentrasi rendah yaitu $1{,}96 \geq 0{,}46 \geq -1{,}96$ sedangkan untuk konsentrasi tinggi diperoleh Zscore sebesar $1{,}96 \geq -0{,}32 \geq -1{,}96$, kedua hasil Zscore untuk konsentrasi rendah maupun konsentrasi tinggi sudah memenuhi nilai keberterimaan pengujian karena Zscore yang diperoleh berada pada daerah keberterimaan yaitu pada rentang -1,96 sampai 1,96.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil verifikasi metode pengujian sulfur dioksida (SO_2) dalam udara ambien secara spektrofotometer UV-Visible menunjukkan bahwa:

1. Kadar gas sulfur dioksida (SO_2) pada udara ambien yang dilakukan di laboratorium PT. Karsa Buana Lestari untuk sampel pertama sebesar 41,0358 µg/Nm^3 dan sampel kedua sebesar 41,0358 µg/Nm^3. Hasil tersebut menunjukkan laboratorium PT. Karsa Buana Lestari memiliki kualitas udara yang baik dan aman untuk kesehatan, karena hasil yang diperoleh berada dibawah baku mutu udara ambien yaitu sebesar 900 µg/Nm^3 sesuai dengan Peraturan Pemerintah No.41 tahun 1999 dan KEPGUB DKI No.551 Tahun 2001.
2. Uji verifikasi metode pengujian gas sulfur dioksida menunjukkan hasil yang baik dan memenuhi nilai batas keberterimaan untuk parameter Linieritas 0,9997, %Akurasi standar rendah 93,84% dan standar tinggi 101,49%, %RSD *repeatability* standar tinggi dan rendah berturut-turut sebesar 3,13% dan 2,44%, Zscore *reprodusibility* standar rendah dan tinggi berturut-turut -0,32 dan 0,46, IDL 1,9273 µg/Nm^3, MDL 7,6950 µg/Nm^3, LOQ 24,4828 µg/Nm^3.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil Praktik Kerja Lapangan yang dilaksanakan di Laboratorium PT. Karsa Buana Lestari saran dari penulis yaitu

1. Uji banding antar laboratorium perlu dilakukan guna untuk mengetahui kinerja laboratorium.
2. Pengujian secara berkala perlu dilakukan Sehingga jika pencemaran udara tersebut melebihi nilai baku mutu udara ambien dapat dilakukan pencegahan untuk meminimalkan adanya pencemaran udara.

DAFTAR PUSTAKA

BSN. 2017. *SNI 7119-7:2017. Udara ambien – Bagian 7: Cara uji kadar sulfur dioksida (SO_2) dengan metoda pararosanilin menggunakan spektrofotometer*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.

Chandra, B. 2006. *Pengantar Kesehatan Lingkungan*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran.

Depkes RI. 2011. *Parameter Pencemaran Udara dan Dampaknya terhadap Kesehatan*. Jakarta: Depkes RI.

Hadi, A. 2010. Penentuan Batas Deteksi Metode (*Method detection Level)* dan Batas Kuantifikasi (*Limit of Quantitation*) Pengujian Sulfida dalam Air dan Air limbah dengan Biru Metilen secara Spektrofotometri. *Ecolab.* Vol. 4 No. 2. Hal 55-96.

Harmita. 2014. Review Artikel Petunjuk Pelaksanaan Validasi Metode dan Cara Perhitungannya. *Jurnal Majalah Ilmu Kefarmasian FMIPA UI.* Vol. 1 No. 3.

Inayah, Yasti Nurul. 2015. Analisis Tingkat Pencemaran Udara pada Kawasan Terminal Malengkeri Di Kota Makassar. *Tugas Akhir*. Makassar: Universitas Hassanuddin.

Kastiyowati, I. 2001. *Dampak dan Upaya Penanggulangan Pencemaran Udara.* Jakarta: Buletin Litbang Departemen Pertahanan Republik Indonesia.

Kementrian Lingkungan Hidup. 2013. *Pedoman Penyusun Inventarisasi Emisi Pencemar udara Perkotaan.* Jakarta: Deputi Bidang Pengendalian Pencemaran Lingkungan Kementrian Lingkungan Hidup.

Keputusan Gubernur DKI Nomor 551 Tahun 2001. *Tentang Penetapan Baku Mutu Udara Ambien dan Baku Mutu Tingkat Kebisingan.* Jakarta.

Kristanto, P. 2002. *Ekologi Industri*. Edisi Pertama. Yogyakarta: Andi.

Kurniawati, R., Rita R., dan Yuwica W. 2015. Pengelompokan Kualitas Udara Ambien Menurut Kabupaten/Kota di Jawa tengah Menggunakan Analisis Klaster. *Gaussian*. Vol. 4 No. 2. Hal 393-402.

Maryati, S. 2012. Verifikasi dan Evaluasi Penerapan Cara Uji Cemaran Arsen dalam Makanan Metode Spektrofotometri Biru Molybdenum. *Jurnal Standardisasi.* Vol. 14 No. 3. Hal 6-13.

Marzuki, A. 2012. *Kimia Analisis Farmasi.* Makassar: Dua Satu Press.

Mukono. 1997. *Pencemaran Udara dan Pengaruhnya Terhadap Gangguan Saluran Pernapasan.* Surabaya: Airlangga University Press.

Mulhaquddin, A. 2014. *Validation Method.* Ambon (ID): Baristand Industri.

Permana, A. 2011. *Analisis-analisis Nitrogen dalam Beragam Fasa*. Surabaya: Stigma Edu.

Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010. *Tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.* 26 Maret 2010. Jakarta.

Peraturan Pemerintahan Republik Indonesia Nomor 41 Tahun 1999. *Tentang Pengendalian Pencemaran udara.* 26 Mei 1999. Jakarta.

Puspita, I,D,R,C. 2018. Verifikasi Metode Penentuan Besi (Fe) Terlarut pada Sample Air Filter Layer Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom di Balai Konservasi Borobudur. *Tugas Akhir*. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.

Riyanto. 2014. *Validasi & Verifikasi Metode Uji*. Yogyakarta: Deepublish.

Rohyami, Y. 2018. *Buku Panduan Analisis Air Tanah dan udara.* Yogyakarta: UII Press.

Sa'adah, E. dan Winanta, A. S. 2010. Validasi Metode Pengujian Logam Tembaga pada Produk Air Minum dalam Kemasan Secara Spektrofotometri serapan Atom Nyala. *BIOPROPAL INDUSTRI.* Vol. 01 No.02. Hal 31-37.

Sastrawijaya, T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi*. Edisi Keenam. Yogyakarta: Liberty.

Sastrohamidjojo, H. 2013. *Dasar-dasar Spektroskopi.* Yogyakarta: UGM Press. Hal 6, 8.

Sitorus, M. 2017. *Spektroskopi Elusidasi Struktur Molekul Organik*. Jakarta: Graha Ilmu.

Slamet, J. S. 2009. *Kesehatan Lingkungan*. Cetakan Kedelapan. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Soedomo. 2001. *Kumpulan Karya Ilmiah Pencemaran Udara.* Bandung: Penerbit ITB.

Suharti, Tati. 2017. *Dasar-Dasar Spektrofotometri UV-Vis dan Spektrofotometri Massa Untuk Penentuan Struktur Senyawa Organik.* Bandar Lampung: CV.Anugrah Utama Raharja.

Supratman, U. 2010. *Elusidasi Struktur Kimia Organik.* Jakarta: PT. Gramedia.

Suprianto dan lelifajri. 2009. Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Sampel Ikan dan Kerang secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7 No. 1. Hal 5-8.

Supriyanto, C dan Samin. 2007. Unjuk Kerja Metode Flame Atomatic Absorption Spectrometry (F-AAS) Pasca Akreditasi. *In Prosiding PPI-PDIPTN*. Hal 240-250.

Vera. 2011. Analisis Logam Timbal (Pb), Timah (Sn) dan Kadmium (Cd) dalam Buah Lengkeng Kemasan kaleng secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Skripsi.* Depok: Universitas Indonesia.

Wardhana, W. A. 2004. *Dampak Pencemaran lingkungan*. Edisi Revisi. Yogyakarta: Andi.

Wardoyo, A. Y. P. 2016. *Emisi Partikulat Kendaraan Bermotor dan dampak kesehatan.* Malang: Universitas Brawijaya Press.

World Health Organization. 2005. *Air Quality Guidelines for Particulate Matter, Ozon, Nitrogen Dioxide and Sulfur Dioxide.* Geneva: WHO Press diunduh dari www.who.int pada 17 Mei 2016.

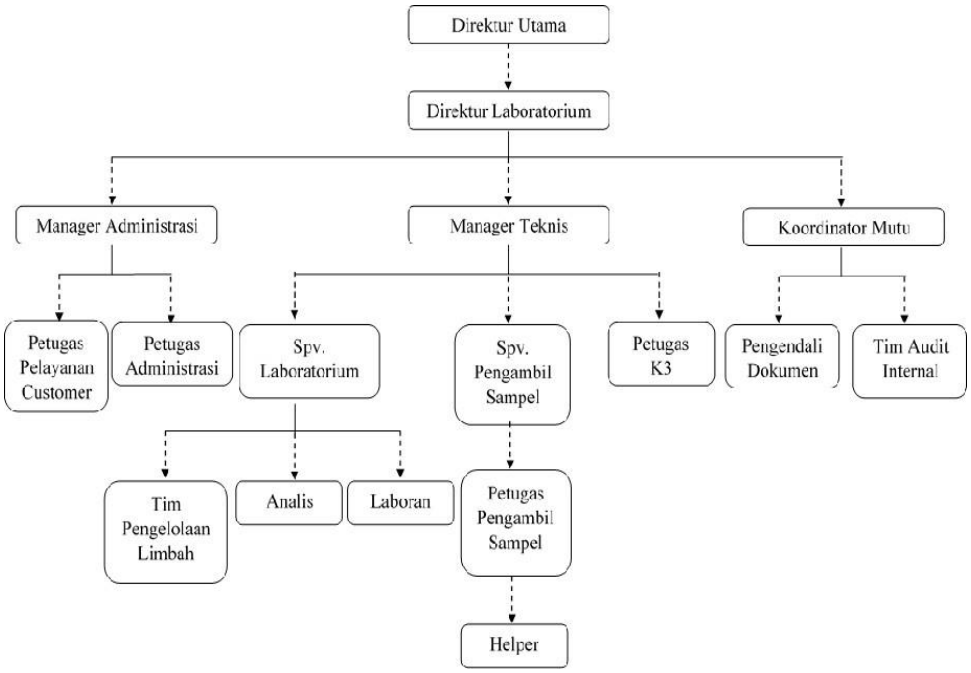
Yulaekah, S. 2007. Paparan Debu Terhirup dan gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Industri Kapur (Studi di desa Mrisi Kecamatan Tanggungharjo Kabupaten Groban). *Tesis-S2.* Semarang: Universitas Diponegoro.

Zendrako, E. 2010. *Pengukuran Kadar Gas Pencemaran Nitrogen Dioksida Di Udara Sekitar kawasan Industri.* Medan: universitas Sumatra Selatan.

LAMPIRAN

Lampiran 1.

Struktur Organisasi PT. Karsa Buana Lestari



Lampiran 2.

Baku Mutu Udara Ambien

Lampiran I: Keputusan Gubernur Propinsi Daerah
Khusus Ibukota Jakarta
Nomor 551/2001
Tanggal 7 Februari 2001

BAKU MUTU UDARA AMBIEN

No	Parameter	Waktu Pengukuran	Baku Mutu
1	Sulfur Dioksida (SO_2)	1 jam 24 jam 1 tahun	900 ug/Nm^3 (0,34 ppm) 260 ug/Nm^3 (0,1 ppm) 60 ug/Nm^3 (0,02 ppm)
2	Karbon Monoksida (CO)	1 jam 24 jam	26.000 ug/Nm^3 (23 ppm) 9.000 ug/Nm^3 (8 ppm)
3	Nitrogen Dioksida (NO_2)	1 jam 24 jam 1 tahun	400 ug/Nm^3 (0,2 ppm) 92,5 ug/Nm^3 (0,05 ppm) 60 ug/Nm^3 (0,03 ppm)
4	Oksidan (O_3)	1 jam 1 tahun	200 ug/Nm^3 (0,05 ppm) 30 ug/Nm^3 (0,015 ppm)
5	Hidrokarbon (HC)	3 jam	160 ug/Nm^3 (0,24 ppm)
6	Partikel < 10 um (PMio)	24 jam	150 ug/Nm^3
7	Partikel < 2.5 um ($PM_{2,5}$)	24 jam 1 tahun	65 ug/Nm^3 15 ug/Nm^3
8	Debu (TSP)	24 jam 1 tahun	230 ug/Nm^3 90 ug/Nm^3
9	Timah Hitam (Pb)	24 jam 1 tahun	2 ug/Nm^3 1 ug/Nm^3

Ditetapkan di Jakarta
pada tanggal 7 Februari 2001

GUBERNUR PROPINSI DAERAH KHUSUS
IBUKOTA JAKARTA,

SUTIYOSO

Lampiran 3.

Pembuatan Reagen Pengujian SO_2

1. Pemuatan larutan penjerap Tetrakloromerkurat (TCM) 0,04 M
   Merkuri (II) klorida ($HgCl_2$) ditimbang sebanyak 10,86 gram dilarutkan dengan 800 mL akuades, ditambahkan 5,96 gram kalium klorida (KCL) dan 0,066 gram EDTA dilarutkan dengan akuades sampai volumnya 1000 mL lalu dihomogenkan.
2. Pembuatan induk natrium sulfit (Na_2SO_3)
   Na_2SO_3 ditimbang sebanyak 0,2 gram dilarutkan dengan akuades sampai volumnya 250 mL lalu dihomogenkan.
3. Larutan standar natrium sulfit (Na_2SO_3)
   Larutan induk sulfit dipipet sebanyak 2 mL dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan larutan penjerap lalu dihomogenkan.
4. Larutan induk iod (I_2) 0,1 N
   Iod ditimbang sebanyak 12,7 gram dan kalium iodida (KI) sebanyak 40,0 gram dilarutkan dengan akuades sampai volumenya 25 mL.
5. Larutan induk iod 0,01 N
   Larutan induk iod 0,1 N dipipet 50 mL dilarutkan dengan akuades sampai volumnya 500 mL lalu dihomogenkan.
6. Larutan indikator kanji
   Kanji ditimbang 2 gram dilarutkan dengan akuades yang telah dididihkan hingga 100 mL
7. Larutan asam klorida (HCl) (1+10)
   HCl pekat dipipet 10 mL dilarutkan dengan akuades sampai volum mencapai 250 mL
8. Larutan induk natrium sulfit (Na_2SO_3) 0,1 N
   Natrium sulfit ditimbang sebnayak 12,41 gram, dilarutkan dengan akuades dingin yang sudah dididihkan, ditambahkan natrium karbonat sebanyak 0,05 gram dan dilarutkan dengan akuades sampai volumnya 500 mL.
9. Larutan matrium sulfit 0,01 N

Larutan induk natrium sulfit dipipet 50 mL, diencerkan dengan akuades sampai volumnya 500 mL

10. Pembuatan larutan asam klorida 1 M

    Asam klorida dimasukkan dalam labu ukur 1000 mL yang sudah terisi dengan akuades sebanyak 83 mL ditera sampai tanda batas dan dihomogenkan.

11. Pembuatan larutan asam sulfamat 0,6%

    Asam sulfamat ditimbang 0,6 gram dan diencerkan dengan akuades sampai volumenya 100 mL lalu dihomogenkan.

12. Pembuatan larutan asam fosfat 3 M

    Asam fosfat dimasukan dalam labu ukur 1000 mL yang sudah terisi dengan akuades sebanyak 205 mL ditera sampai tanda batas dan dihomogenkan

13. Pembuatan larutan induk pararosanilin hidroklorida 0,2%

    Pararosanilin hidroklorida ditimbang sebanyak 0,2 gram, diencerkan dengan asam klorida 1 M sampai volumnya 100 mL lalu dihomogenkan.

14. Penentuan kemurnian pararosanilin

    Larutan induk pararosanilin dipipet sebanyak 1 mL, dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL, diencerkan dengan akuades dan dihomogenkan, hasil larutan dipipet sebanyak 5 mL dan ditambahkan larutan penyangga asetat 5 mL, diencerkan dengan labu ukur 50 mL ditera sampai tanda tera dengan akuades. Diamkan selama 1 jam kemudian diukur serapannya menggunakan spektrofotometri Uv-Vis pada panjang gelombang 540 nm.

15. Pembuatan larutan kerja pararosanilin

    Larutan induk pararosanilin dipipet sebanyak 40 mL, ditambahkan larutan asam fosfat 3 M sebanyak 50 mL dan larutkan dengan akuades sampai volumnya 500 mL lalu dihomogenkan.

16. Pembuatan larutan formaldehid 0,2%

    Formaldehid dipipet sebanyak 0,5 mL dan diencerkan dengan akuades sampai volumnya 100 mL lalu dihomogenkan.

17. Pembuatan larutan penyangga asetat 1 M (pH=4,74)

Natrium asetat trihidrat ditimbang sebanyak 13,61 gram, ditambahkan dengan akuades sebanyak 50 mL dan asam asetat glasial dipipet sebanyak 5,7 mL lalu diencerkan dengan akuades sampai volumnya 100 mL.

Lampiran 4. Data Sampling Udara Ambien

Data Sampling Udara Ambien

Parameter	Hasil Pengamatan
Lokasi Pengambilan Sampel	Depan Laboratorium PT Karsa Buana Lestari
Letak Geografis	S 06°15’27.2” E I 06°45’52.8”
Suhu	25 °C
Kelembaban	760 mmhg
Waktu Pengambilan Sampel	08.30-selesai
Arah Angin	Kearah timur
Kecepatan Angin	2,6 m/s

Lampiran 5.

Pengujian dan Verifikasi Penentuan Sulfur Dioksida

1. Standardisasi Larutan Natrium Tiosulfat 0,01 N

$$N = \frac{b \times 1000 \times V_1}{35{,}67 \times 250 \times V_2}$$

$$N = \frac{0{,}0908\ g \times 1000 \times 25\ \square L}{35{,}67 \frac{g}{NOL} \times 250\ \square L \times 25{,}5\ \square L}$$

$$N = 0{,}01\ N$$

keterangan :

N	: Konsentrasi larutan natrium tiosulfat dalam grek/L (N)
b	: Bobot KIO_3 dalam 250 mL air suling (g)
V_1	: Volume KIO_3 yang digunakan dalam titrasi (mL)
V_2	: Volume larutan natrium tio sulfat hasil titrasi (mL)
35,67	: Bobot ekivalen KIO_3 (BM KIO_3/6)
250	: Volume larutan KIO_3 yang dibuat dalam labu ukur 250 mL
1000	: Konversi liter (L) ke mL

2. Penentuan Konsentrasi SO_2

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

$$C = \frac{(42{,}5\ \square L - 18{,}5\ \square L) \times 0{,}01 \times 32{,}03 \times 1000}{25\ \square L}$$

$$C = 320,\ 6891\ \mu g/mL$$

keterangan :

C	: Konsentrasi SO_2 dalam larutan induk $Na_2S_2O_5$ (µg/mL) V_b
	: Volume natrium tio sulfat hasil titrasi blanko (mL)
V_c	: Volume natrium tio sulfat hasil titrasi larutan induk (mL)
N	: Normalitas larutan natrium tio sulfat 0,01 N (N)

V_a : Volume larutan induk $Na_2S_2O_5$ yang dipipet (mL)

32,03 : Berat ekivalen SO_2 (BM SO_2/2)

1000 : Konversi liter (L) ke mL

Kemudian Dipipet 2 mL larutan standar SO_2. Masukkan dalam labu ukur 100 mL dan diencerkan dengan TCM hingga tanda batas, dihomogenkan.

$$SO_2 = \frac{2 \times 320{,}6981 \mu g/mL}{100 \ \square L}$$

SO_2 = 6,4138 µg

3. Volume sampel uji di udara yang diambil

$$V = \frac{F_1 + F_2}{2} \times \square \times \frac{P_a}{T_a} \times \frac{298}{760}$$

$$V = 0{,}5 \frac{L}{\square\square\square\square} \times 60 \ \square\square\square\square\square \times \frac{760 \ \square\square Kg}{298 \ K} \times \frac{298 \ K}{760 \ \square\square Kg}$$

V = 30 L

keterangan :

V : Volume udara yang dihisap (L)

F_1 : Laju alir awal (L/menit)

F_2 : Laju alir akhir (L/menit)

t : Durasi pengambilan contoh uji (menit)

P_a : Tekanan barometer rata-rata pengambilan contoh uji (mmHg)

T_a : Temperatur rata-rata selama pengambilan contoh uji (K)

298 : Tempetatur pada kondisi normal 25°C

(K) 760 : Tekanan pada kondisi normal 1 atm

(mmHg)

4. Penentuan Konsentrasi Menggunakan Kurva Kalibrasi

$$x = \frac{y - b}{a}$$

keterangan:

x : Konsentrasi

y : absorbansi sampel

a : slope

b : intersep

Pengulangan 1

$$x = \frac{y - b}{a}$$

$$x = \frac{0{,}033 - 0{,}0021}{0{,}0251}$$

x = 1,2310757 µg

Pengulangan 2

$$x = \frac{y - b}{a}$$

$$x = \frac{0{,}033 - 0{,}0021}{0{,}0251}$$

x = 1,2310757 µg

5. Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO_2) di Udara Ambien

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

Keterangan:

C : Konsentrasi SO_2 di udara (µg/Nm^3)

a : Jumlah SO_2 dari contoh uji dengan melihat kurva kalibrasi (µg)

V : Volume udara pada kondisi normal (L)

1000 : Konversi liter (L) ke m^3

24,45 L/mol : volume gas dalam keadaan standar

Sampel 1

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

$$C = \frac{1{,}2310757\,\mu g}{30\ L} \times 1000$$

C = 41,0358 µg/Nm^3

Sampel 2

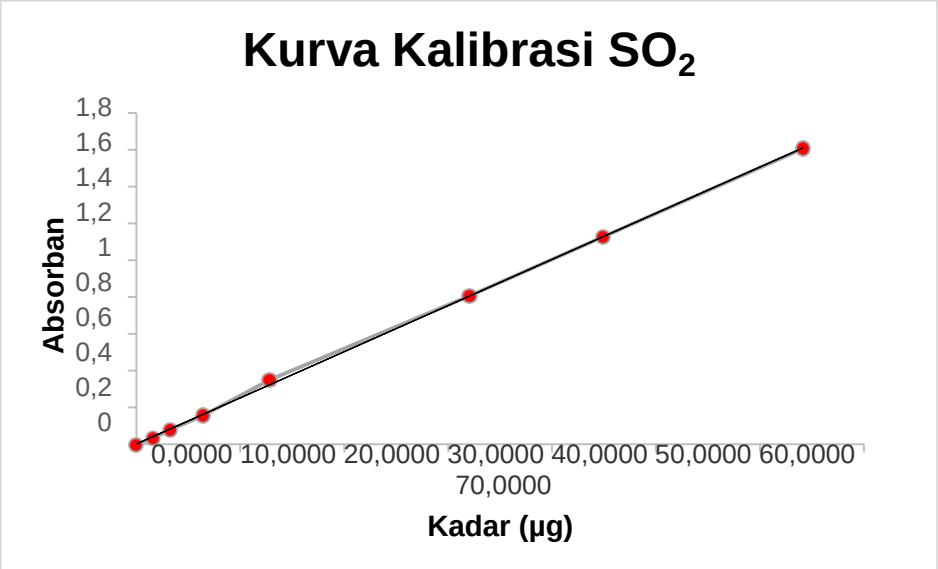
$$C = \frac{a}{V} \times 1000$$

$$C = \frac{1{,}2310757\,\mu g}{30\ L} \times 1000$$

$C = 41{,}0358\ \mu g/Nm^3$

6. Perhitungan Uji Linieritas

Volume yg dipipet (mL)	Kadar (µg)	Absorbansi
0	0,0000	0,000
0,25	1,6030	0,034
0,5	3,2070	0,078
1	6,4140	0,156
2	12,8280	0,349
5	32,0690	0,807
7	44,8960	1,126
10	64,1380	1,606



7. Penentuan IDL

No.	Absorbansi	Kadar (µ	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874	0,41270817

2	0,000	-2,7597	-2,3607	-0,3990	0,1591874
3	0,001	-1,4298		0,9310	0,8666872
4	0,001	-1,4298		0,9310	0,8666872
5	0,001	-1,4298		0,9310	0,8666872
6	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874
7	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874
8	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874
9	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874
10	0,000	-2,7597		-0,3990	0,1591874
		Σ(xi-x)2			3,7143735
	SD			0,6424	
IDL (µg/Nm^3)				**1,9273**	

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

$$SD = J\frac{\overline{3,7143735}}{10-1}$$

SD = 0,6424

Kons IDL = 3 x SD

Kons IDL = 3 x 0,6424

Kons IDL = 1,9273 µg/Nm^3

8. Penentuan MDL dan LOQ

No.	Absorbansi	Kadar (µg/Nm^3)
1	0,076	98,3160
2	0,081	104,9657
3	0,079	102,3058
4	0,075	96,9860
5	0,076	98,3160
6	0,078	100,9758

7	0,077	99,6459	
8	0,079	102,3058	
9	0,078	100,9758	
10	0,076	98,3160	
Rata - rata		100,3109	
SD		2,4483	
MDL (µg/Nm^3)	**7,6950**	**LOQ (µg/Nm^3)**	**24,4828**

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

SD = 2,4483

Penentuan MDL

MDL = 3,143 x SD

MDL = 7,6950 µg/Nm^3

Penentuan LOQ

LOQ = 10 x SD

LOQ = 24,4828 µg/Nm^3

9. Penentuan Akurasi

a. Konsentrasi standar rendah

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	Kadar Target (µg)	% Trueness
1	0,076	2,9495	3,2070	91,97
2	0,081	3,1490		98,19
3	0,079	3,0692		95,70
4	0,075	2,9096		90,73
5	0,076	2,9495		91,97
6	0,078	3,0293		94,46
7	0,077	2,9894		93,21
8	0,079	3,0692		95,70
9	0,078	3,0293		94,46
10	0,076	2,9495		91,97
Rata - rata (µg)		**3,0093**	**Rata - rata (%)**	**93,84**

Contoh perhitungan

$$\%Trueness = \frac{\text{Konsentrasi Terukur}}{\text{Konsentrasi Sebenarnya}} x100\%$$

$$\%Trueness = \frac{2,9495}{3,2070} x100\% = 91,97\%$$

b. Konsentrasi Standar Tinggi

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	Kadar Target (µg)	% Trueness
1	0,827	32,9131	32,0690	102,63
2	0,827	32,9131		102,63
3	0,828	32,9530		102,76
4	0,830	33,0328		103,01
5	0,828	32,9530		102,76
6	0,775	30,8384		96,16
7	0,765	30,4394		94,92
8	0,835	33,2323		103,63
9	0,830	33,0328		103,01
10	0,833	33,1525		103,38
Rata - rata (µg)		32,5460	Rata - rata (%)	**101,49**

Contoh perhitungan

$$\%Trueness = \frac{\text{Konsentrasi Terukur}}{\text{Konsentrasi Sebenarnya}} x100\%$$

$$\%Trueness = \frac{32,9131}{32,0690} x100\% = 102,63\%$$

10. Penentuan Presisi

a. Repeatability

Konsentrasi Standar Rendah

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495	3,0093	-0,0598	0,00358172	0,005394685
2	0,081	3,1490		0,1396	0,01950046	
3	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
4	0,075	2,9096		-0,0997	0,00994921	
5	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
6	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
7	0,077	2,9894		-0,0199	0,00039797	
8	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
9	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
10	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
				Σ(xi-x)2	0,04855217	
SD				**0,0734**		
RSD				**0,0244**		
CV_{HITUNG} (%)				**2,44**		
C				**0,000003009**		
$CV_{HORWITZ}$ (%)				**13,56**		* $CV_{HORWITZ}$ = 2(1-0,5logC)

$$SD = J\overline{\frac{\sum (xi-s)^2}{n-1}}$$

$$SD = \mathbf{J}\overline{\frac{0,005394}{10-1}}$$

SD = 0,0734

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{0,0734}{3,0093} x100\% = 2,44\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 13,56%

$\frac{2}{3}$CVHorwitz = $\frac{2}{3}$ x 13,56

= 9,04 %

Nilai RSD < CV Horwitz, artinya presisi pengujian baik

Konsentrasi Standar Tinggi

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,830	33,0328	32,5580	0,4748	0,22542533	1,040891270
2	0,827	32,9131		0,3551	0,12609237	
3	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
4	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
5	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
6	0,775	30,8384		-1,7196	2,95708173	
7	0,765	30,4394		-2,1186	4,48846487	
8	0,835	33,2323		0,6743	0,45465524	
9	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
10	0,833	33,1525		0,5945	0,35341203	
				Σ(xi-x)2	9,36802143	
SD				**1,0202**		
RSD				**0,0313**		
CV_{HITUNG} (%)				**3,13**		
C				**0,000032558**		

$CV_{HORWITZ}$ (%)	**9,47**

* $CV_{HORWITZ} = 2(1-0,5\log C)$

$$SD = J\frac{\overline{\sum (xi-s)^2}}{n-1}$$

$$SD = J\frac{\overline{9,368021}}{10-1}$$

SD = 1,0202

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{1,0202}{32,5580} x100\% = 3,13\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 9,47%

⅔CVHorwitz = ⅔ x 9,47

= 6,31 %

Nilai RSD < CV Horwitz, artinya presisi pengujian baik

b. *Reprodusibility*

Konsentrasi Standar Rendah

Analis 1

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172	
2	0,081	3,1490		0,1396	0,01950046	
3	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
4	0,075	2,9096		-0,0997	0,00994921	
5	0,076	2,9495	3,0093	-0,0598	0,00358172	0,005394685
6	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	
7	0,077	2,9894		-0,0199	0,00039797	
8	0,079	3,0692		0,0598	0,00358172	
9	0,078	3,0293		0,0199	0,00039797	

10	0,076	2,9495		-0,0598	0,00358172
				Σ(xi-x)2	0,04855217

SD	**0,0734**	**RSD**	**0,0244**
CV_{HITUNG} (%)	**2,44**	**$CV_{HORWITZ}$ (%)**	**13,56**
C		**0,000003009**	

$$SD = J\overline{\frac{\sum (xi-s)^2}{n-1}}$$

$$SD = J\overline{\frac{0,04855}{10-1}}$$

SD = 0,0734

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{0,0734}{3,0093} x100\% = 2,44\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 13,56 %

$\frac{2}{3}$CVHorwitz = $\frac{2}{3}$ x 13,56

= 9,04 %

Analis 2

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,076	2,9495		0,0519	0,00269027	
2	0,074	2,8697		-0,0279	0,00078002	
3	0,072	2,7899		-0,1077	0,01160476	
4	0,077	2,9894	2,8976	0,0918	0,00842102	0,003555186
5	0,075	2,9096		0,0120	0,00014327	
6	0,074	2,8697		-0,0279	0,00078002	
7	0,073	2,8298		-0,0678	0,00460052	
8	0,076	2,9495		0,0519	0,00269027	

9	0,075	2,9096	0,0120	0,00014327
10	0,075	2,9096	0,0120	0,00014327
			Σ(xi-x)2	0,03199667
	SD	**0,0596**	**RSD**	**0,0206**
CV_{HITUNG} (%)		**2,06**	**$CV_{HORWITZ}$ (%)**	**13,63**
C			**0,000002898**	

$$SD = J\overline{\frac{\sum (xi-s)^2}{n-1}}$$

$$SD = J\overline{\frac{0,03199}{10-1}}$$

SD = 0,0596

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{0,0596}{2,8976} x100\% = 2,06\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 13,63 %

$\frac{2}{3}$CVHorwitz = $\frac{2}{3}$ x 13,63

= 9,09 %

1,96 ≤ Zscore ≤ -1,96 (Diterima)

$$Zscore = \frac{SD1 - SD2}{\sqrt{\frac{SD1^2}{n1} + \frac{SD2^2}{n2}}}$$

Zscore = 0,46205995

Konsentrasi Standar Tinggi

Analis 1

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	$(xi-x)^2$	$\Sigma(xi-x)^2/(n-1)$
1	0,830	33,0328	32,5580	0,4748	0,22542533	1,040891270
2	0,827	32,9131		0,3551	0,12609237	
3	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
4	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
5	0,828	32,9530		0,3950	0,15601961	
6	0,775	30,8384		-1,7196	2,95708173	
7	0,765	30,4394		-2,1186	4,48846487	
8	0,835	33,2323		0,6743	0,45465524	
9	0,830	33,0328		0,4748	0,22542533	
10	0,833	33,1525		0,5945	0,35341203	
				Σ(xi-x)2	9,36802143	
SD		**1,0202**		**RSD**		**0,0313**
CV_{HITUNG} (%)		**3,13**		**$CV_{HORWITZ}$ (%)**		**9,47**
C				**0,000032558**		

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

$$SD = J\frac{9,368021}{10-1}$$

SD = 1,0202

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{0,0596}{32,5580} x100\% = 3,13\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 9,47 %

⅔CVHorwitz = ⅔ x 9,47

= 6,31 %

Analis 2

No.	Absorbansi	Kadar (µg)	*x*	*xi-x*	*(xi-x)²*	Σ*(xi-x)²/(n-1)*
1	0,830	33,0328	32,4650	0,5678	0,32234326	1,385595921
2	0,832	33,1126		0,6475	0,41932024	
3	0,772	30,7187		-1,7463	3,04973344	
4	0,839	33,3799		0,9149	0,83698350	
5	0,832	33,1126		0,6475	0,41932024	
6	0,838	33,3520		0,8869	0,78666117	
7	0,834	33,1924		0,7273	0,52903222	
8	0,833	33,1525		0,6874	0,47258436	
9	0,769	30,5990		-1,8660	3,48211835	
10	0,779	30,9980		-1,4671	2,15226651	
				Σ(xi-x)2	12,47036329	
SD		**1,1771**		**RSD**		**0,0363**
CV_{HITUNG} (%)		**3,63**		**$CV_{HORWITZ}$ (%)**		**9,48**
C				**0,000032465**		

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

$$SD = J\frac{12,47036}{10-1}$$

SD = 1,1771

$$\%RSD = \frac{SD}{\bar{x}} x100\%$$

$$\%RSD = \frac{1,1771}{32,4650} x100\% = 3,63\%$$

CV Horwitz

CV Horwitz = $2^{1-0,5(\log C)}$

CV Horwitz = 9,48 %

$^2/_3$CVHorwitz = $^2/_3$ x 9,48

= 6,32 %

1,96 ≤ Zscore ≤ -1,96 (Diterima)

$$Zscore = \frac{SD1 - SD2}{\sqrt{\frac{SD1^2}{n1} + \frac{SD2^2}{n2}}}$$

Zscore = -0,3184623