

Analisis Sulfur Dioksida (SO₂) Udara Ambient Menggunakan Metode Pararosanilin dengan Spektrofotometer UV-Visible Kabupaten Bandung, Jawa Barat

SOFI AMALIA^{1*} DAN IRA RYSKI WAHYUNI¹

¹ Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Gunung Djati Bandung, Jl. A.H. Nasution no. 105, Cibiru, Bandung

* alamat email korespondensi: sofi.amalia.17@gmail.com

Informasi Artikel	Abstrak/Abstract
<p>Kata Kunci: Udara ambient; baku mutu; Sulfur dioksida; SNI.</p> <p><i>Keywords: Causes Ambient; Quality Standar; Sulfur Dioxide; SNI .</i></p>	<p>Pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat energi dari komponen lain kedalam udara oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambient tidak dapat memenuhi fungsinya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂) di kabupaten Bandung. Pengukuran sampel dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer berdasarkan acuan SNI 19-719-2017 mengenai uji sulfur dioksida (SO₂) dengan menggunakan metode pararosanilin. Pengukuran dilakukan pada rentang pukul 10.00-13.00. konsentrasi sulfur dioksida di kabupaten Bandung adalah 100-200 mg/Nm³ dengan ambang batas 900 mg/Nm³ sehingga masih tergolong baik. Keadaan ini diakibatkan karena masih adanya pepohonan hijau di wilayah kabupaten Bandung dan sekitarnya. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu SO₂ di beberapa titik di kabupaten Bandung masih memenuhi syarat (Memenuhi syarat baku mutu udara ambien dalam PP Nomor 22 Tahun 2021), sehingga di sarakan kepada pemerintah serta masyarakat untuk melakukan upaya/kegiatan yang menjaga kualitas udara di Kabupaten Bandung tetap sehat.</p> <p><i>Air pollution is the entry or inclusion of energy substances from other components into the air by human activities, so that air quality drops to a certain level which causes ambient air to not fulfill its function. This study aims to determine the concentration level of Sulfur Dioxide (SO₂) in Bandung Regency. Sample measurements were carried out using a spectrophotometer based on the reference to SNI 19-719-2017 regarding the sulfur dioxide (SO₂) level test using the pararosanilin method. Measurements were carried out in the range of 10.00-13.00. The concentration of sulfur dioxide in Bandung Regency is 100-200 mg/Nm³ with a threshold of 900 mg/Nm³ so it is still classified as good. This situation is caused by the presence of green trees in the district of Bandung and its surroundings. The conclusion of this study is that the concentration of SO₂ at several points in Bandung Regency still meets the requirements (The requirements of ambient air quality standard of PP Number (No). 22 of 2021), so it is recommended for the government and the community to make efforts/activities to maintain healthy air quality in Bandung Regency.</i></p>

PENDAHULUAN

Udara adalah suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi. Komposisi campuran gas tersebut tidak selalu konstan. [1] Komponen yang konsentrasinya paling bervariasi adalah air dalam bentuk uap H₂O dan karbon dioksida (CO₂). Jumlah uap air yang terdapat di udara bervariasi tergantung cuaca dan suhu. [2]

Udara adalah juga atmosfer yang berada disekeliling bumi yang fungsinya sangat penting bagi kehidupan di dunia ini. Dalam udara terdapat

oksigen (O₂) untuk bernafas, karbondioksida untuk proses fotosintesis oleh klorofil daun dan ozon (O₃) untuk menahan sinar ultraviolet. [3]

Indeks standar pencemar udara (ISPU) merupakan angka maupun grafik yang menggambarkan kondisi kualitas udara ambient di lokasi dan waktu tertentu yang didasarkan kepada dampak terhadap kesehatan manusia, nilai estetika dan makhluk hidup lainnya. Bentuk indeks lingkungan pada suatu daerah tidak akan selalu sama antara satu daerah dengan daerah lainnya.

Guna menghindari kebingungan dan kesalahpahaman masyarakat terutama masyarakat awam, maka perlu ditambahkan definisi yang jelas seperti indeks, grafik dan lain-lain. [4]

Dewasa ini indeks standar kualitas udara yang diaplikasikan secara resmi di wilayah negara kesatuan republik Indonesia adalah ISPU (Indeks Standar Pencemar Udara), hal ini sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor P.14/MENLHK/SETJEN/KUM1/7/2022 Tentang Indeks Standar Pencemar Udara. Didalam keputusan tersebut tercantum keputusan yang diaplikasikan sebagai bahan pertimbangan antara lain: bahwa demi memberikan kemudahan dari keseragaman dan keselarasan informasi kualitas udara ambien. [4]

Informasi indeks kualitas lingkungan hidup merupakan salah satu bentuk informasi masyarakat sesuai dengan pasal 9 UU No 14 Tahun 2008 tentang keterbukaan informasi publik, yang mana setiap public wajib mengumumkan informasi pertama yang diperlukan publik secara berkala, faktor ini sejalan dengan pasal 6 PP No 22 tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kepala daerah harus menetapkan status mutu udara ambien di kawasan pemerintahannya. Yang berisi himbauan Kepala daerah diwajibkan melaporkan evaluasi ISPU secara berkala dan sistematis dengan Bahasa yang mudah dipahami dalam lingkup wilayah pemerintahannya dan menyampaikan hasil ISPU diwilayahnya minimal satu kali setahun. Faktor ini dipertegas dalam PP Nomor 22 Tahun 2022 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. [5]

Gas SO₂ merupakan gas tidak berwarna dengan bau yang tajam. Berbentuk cair dalam tekanan rendah dan sangat mudah larut dalam air. Gas ini dihasilkan oleh aktivitas yang berhubungan dengan pembakaran bahan bakar fosil (batubara,minyak). Di alam, SO₂ berada diudara akibat erupsi gunung berapi. Saat SO₂ masuk dilingkaran dan berada di udara maka dapat membentuk asam sulfit, sulfur trioksida, dan sulfat. Gas SO₂ dapat larut di dalam air dan membentuk asam sulfur bahkan tanah pun dapat menyerap SO₂. [6]

Sumber gas SO₂ di udara dihasilkan oleh pembangkit tenaga listrik, pembakaran, pertambangan dan pengolahan logam, sumber daerah (pemanasan domestic dan distrik), dan sumber bergerak (mesin diesel). Lokasi yang berdekatan dengan industry, maupun lokasi yang

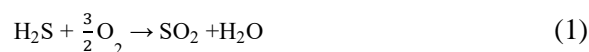
Tabel 1 Volume titrasi yang digunakan

No	V KIO ₃ (mL)	V Titrasi (mL)
1.	25 mL	25,30
2.	25 mL	25,20
	Rata Rata	25,25

memiliki lalu lintas tinggi akan memiliki konsentrasi SO₂ yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi yang letaknya jauh dari industry dan memiliki lalu lintas rendah. [7]

Secara global senyawa-senyawa belerang dalam jumlah cukup besar masuk ke atmosfer melalui aktivitas manusia sekitar 100 juta metrik ton belerang setiap tahunnya, terutama sebagai SO₂ dari pembakaran batu bara dan gas buang pembakaran bensin. Jumlah yang cukup besar dari senyawa belerang juga dihasilkan oleh kegiatan gunung berapi dalam bentuk H₂S, proses perombakan bahan organik, dan reduksi sulfat secara biologis. Jumlah yang dihasilkan proses biologis ini dapat mencapai kurang lebih 1 juta metrik ton H₂S per tahun. [8]

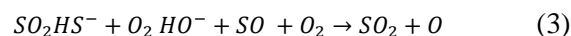
Sebagian dari H₂S yang mencapai atmosfer secara tepat diubah melalui reaksi [8]:



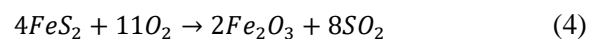
Reaksi bermula dari pelepasan ion hidrogen oleh radikal hidroksil,



Yang kemudian dilanjutkan dengan reaksi berikut ini menghasilkan



Hampir setengahnya dari belerang yang terkandung dalam batu bara dalam bentuk pyrit, FeS₂ dan setengahnya lagi dalam bentuk sulfur organik. Sulfur dioksida yang dihasilkan oleh perubahan pyrit melalui reaksi sebagai berikut [8]:



Material

Bahan-bahan yang digunakan adalah Larutan penjerap tetrakloromercurat (TCM) 0,04 M, Larutan natrium metabisulfii (Na₂S₂O₅), Larutan Iod (I₂) 0,1 N, larutan indicator kanji, larutan asam klorida (HCl) (1:1), larutan natrium tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N, Larutan asam sulfamat (NH₂SO₃H) 0,6% b/v, larutan asam fosfat (H₃PO₄) 1 M, Larutan induk pararosanilin hidroklorida

($C_{19}H_{17}N_3.HCl$) 0,2%, larutan formaldehida ($HCHO$) 0,2% v/v, dan larutan penyangga asetat 1 M (pH = 4,74).

Instrumentasi

Instrumen yang digunakan yaitu spektrofotometer Uv-Visible dengan panjang gelombang 550 nm.

Prosedur

Pengambilan contoh uji selama 1 jam

Pengambilan contoh uji dimasukan kedalam larutan penjerap SO_2 sebanyak 10 ml ke masing-masing botol penjerap, kemudian pompa penghisap udara dihidupkan dan diatur kecepatan alir 0,5 L/menit sampai 1 L/menit setelah stabil catat laju alir awal F1 (L/menit). Lalu pengambilan contoh uji selama 1 jam dan catat temperature dan tekanan udara. Setelah satu jam, catat laju alir akhir F2 (L/menit) dan kemudian matikan pompa penghisap. Kemudian didiamkan selama 20 menit setelah pengambilan contoh uji untuk menghilangkan pengganggu.

Pengujian contoh uji untuk pengambilan contoh uji selama 1 jam

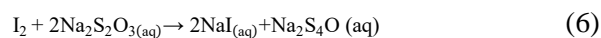
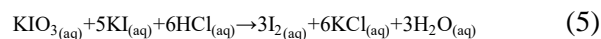
Pindahkan larutan contoh uji kedalam labu ukur 25 ml dan ditambahkan 5 ml aquades sampai volume 10 ml, kemudian ditambahkan 1 ml larutan asam sulfamat 0,6% dan tunggu sampai 10 menit, kemudian ditambahkan 2 ml larutan formaldehida 0,2% dan ditambahkan 5 ml larutan pararosanilin, kemudian ditandabatkan sampai volumenya 25 ml, kemudian dihomogenkan dan tunggu sampai 30 menit. Lalu diukur serapan larutan standar dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 550 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Preparasi

Pertama dilakukan preparasi bahan yang digunakan, yaitu dengan menstandarisasi larutan $Na_2S_2O_3$ yang merupakan larutan baku sekunder sehingga harus dilakukan standardisasi terlebih dahulu dan dipatkan konsentrasi $Na_2S_2O_3$ sebesar 0,0100 N. berikut hasil dari standardisasinya :

Persamaan reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut :



Penentuan konsentrasi SO_2 pada larutan induk $Na_2S_2O_5$ dilakukan dengan menggunakan larutan $Na_2S_2O_3$ yang telah distandardisasi sebagai titran sampai membentuk warna biru tepat hilang pada titik akhir titrasi.

Hasil standardisasi digunakan untuk mengetahui konsentrasi $Na_2S_2O_5$ tersebut. Pada larutan induk $Na_2S_2O_5$ yang akan digunakan untuk larutan kurva kalibrasi SO_2 dengan melakukan pengecekan sebanyak 50 kali dan diperoleh normalitas $Na_2S_2O_3$ sebesar 367,7047 N.

Selanjutnya larutan natrium thiosulfate digunakan untuk mengetahui konsentrasi dari larutan induk natrium metabisulfid, karena larutan metabisulfid merupakan larutan baku primer. Sehingga harus distandardisasi terlebih dahulu. Penentuan konsentrasi ini berfungsi untuk membuat kurva kalibrasi SO_2 . Berikut volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan untuk menstandarisai larutan metabisulfid :

Tabel 2 Volume Titrasi Metabisulfid

No	V $Na_2S_2O_5$ (mL)	V $Na_2S_2O_3$ (mL)
1	25	20,2
2	25	20,2
	Rata-rata	20,2

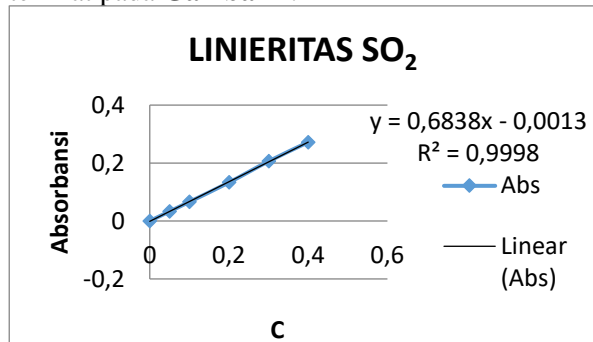
Terjadi perubahan warna larutan dari tidak berwarna menjadi kuning muda setelah ditambahkan indikator kanji berwarna biru kemudian dititrasi kembali larutan menjadi tidak berwarna. Konsentrasi SO_2 pada larutan induk $Na_2S_2O_5$ yang didapatkan yaitu sebesar 367,7047 N. hasil pengukuran larutan standar dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3 Larutan Standar SO_2

C ($\mu g/mL$)	Abs
0,00	0,000
0,05	0,033
0,10	0,066
0,20	0,133
0,30	0,206
0,40	0,272
Intercept	-0,0013
Slope	0,6838
Kolerasi	1,000

Hasil pengukuran larutan standar SO_2 digunakan untuk menentukan kurva kalibrasi

dengan membuat grafik hubungan antara konsentrasi dengan absorbansi. Nilai absorbans berbanding lurus dengan konsentrasi. Hal ini dapat terlihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1 Kurva Kalibrasi Larutan Standar SO₂

Proses sampling dan pengujian contoh uji

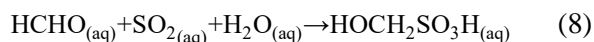
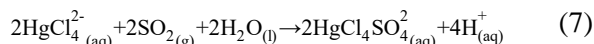
Proses sampling menggunakan alat air sampler impinge sebagai wadah larutan penjerap. Alat ini dihubungkan dengan pompa penghisap dengan laju alir 1L/menit. Sebanyak 10 ml larutan penjerap akan menjerap SO₂ diudara ambien selama kurang lebih 60 menit. Selama pompa penghisap dihidupkan, dilakukan pengukuran temperature, kecepatan angin, tekanan udara dan kelembaban udara di lokasi pengambilan sampel SO₂. Sampel yang telah dijerap dimasukan kedalam botol gelap untuk mengawetkan sampel uji. Berikut **Gambar 2** alat sampler impinger yang digunakan.



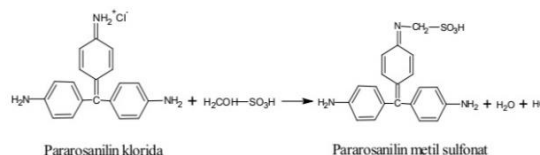
Gambar 2 Alat Sampler impinger

Sampel gas sulfur dioksida (SO₂) diudara dijerap tetrakloromercurat (TCM) yang berfungsi sebagai agen penjerap agar sampel yang akan diuji bisa tertampung dalam sebuah media sehingga memudahkan proses pengujian. Menurut anil

(2003) reaksi pembentukan kompleks yang terjadi yaitu sebagai berikut : [9]



Sampel uji direaksikan dengan larutan sulfamat yang berfungsi untuk mengusir ion-ion pengaggu. Larutan SO₂ mudah hilang apalagi terkena cahaya, oleh karena itu direaksikan dengan formaldehid sebagai pengawet. Kemudian penambahan larutan pararosanilin untuk membentuk senyawa kompleks, berikut reaksi yang terjadi pada penentuan SO₂ dengan metode pararosanilin :



Gambar 3 Reaksi pembentukan senyawa pararosanilin metil sulfonat

Senyawa pararosanilin metil sulfonate yang terbentuk berwarna ungu. Warna ungu tersebut disebabkan karena larutan sampel ditentukan dengan menggunakan spektrofotometer Uv-vis pada daerah Visible pada panjang gelombang 550 nm. Senyawa kompleks berwarna ungu yang terbentuk dikarenakan terdapat adanya transisi elektromagnetik oleh senyawa sulfur dioksida akibat perlakuan tertentu. [10] Transisi elektromagnetik yang terjadi memancarkan spectra pada panjang gelombang daerah yang berwarna sehingga intensitas warna ungu dapat terukur oleh spektrofotometer.

Pada penelitian ini, digunakan blanko sebagai standar agar diketahui nilai serapan atau absorbansi larutan jika tanpa sebuah analit. Pada analisis udara ambien digunakan blanko lapangan saat pengambilan contoh uji. Penggunaan blanko lapangan yang berfungsi sebagai pengendalian mutu contoh uji.

Selanjutnya yaitu penentuan kadar SO₂ pada sampel yang berasal dari beberapa daerah dikabupaten bandung. Berikut hasil pengujian pada sampel yang ditunjukkan pada **Tabel 4**.

Hasil tabel nilai konsentrasi gas sulfur dioksida (SO₂) nomor sampel UA-300 sampai UA-304 berada dibawah nilai ambang batas (NAB) yaitu sebesar 900 mg/Nm³ atau setara dengan 0,34 ppm sesuai dengan PP RI No.22

Tahun 2021. Dengan demikian, dapat dikatakan kadar gas SO₂ masih dalam keadaan aman.

Tabel 4 Hasil Pengujian Contoh Uji

Kode Contoh	Abs	C-Read	Fp	C SO ₂
Blanko	0,000	0,0019	1	0,0019
B Lapangan	0,000	0,0019	1	0,0000
UA-300	0,016	0,0252	1	0,0233
UA-301	0,000	0,0019	1	0,000
Blanko	0,000	0,0020	1	0,0020
B Lapangan	0,010	0,0164	1	0,0114
UA-302	0,004	0,0073	1	0,0053
Blanko	0,000	0,0020	1	0,0020
B Lapangan	0,001	0,0033	1	0,0013
UA-303	0,002	0,0049	1	0,0029
Blanko	0,000	0,0021	1	0,0021
B Lapangan	0,005	0,0094	1	0,0073
UA-304	0,003	0,0054	1	0,0033

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan sebelumnya, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa kadar sulfur dioksida (SO₂) yang dihasilkan pada setiap contoh uji yang dianalisis yaitu sebesar masing-masing 0,0233, 0,0000, 0,0053, 0,0029 dan 0,0033 ppm. Sehingga nilai SO₂ pada semua contoh uji pengamatan masih di bawah baku mutu yang ditetapkan pemerintah melalui peraturan pemerintah republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UPTD Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup,

Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, dan seluruh dosen Kimia terlibat yang telah memberi dukungan dalam membantu dalam penulisan jurnal ini.

REFERENSI

- [1] B. Chandra, Pengantar Kesehatan Lingkungan, Jakarta: Kedokteran EGC, 2005.
- [2] H. Agusnar, Kimia Lingkungan, Medan : USU Press.
- [3] Wardhana, Dampak Pencemaran Lingkungan Edisi Revisi, Yogyakarta: Andi, 2004.
- [4] KEPMENLH, 1997.
- [5] K. LH, tentang Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU), 1997.
- [6] ATSDR, Public Healt Statment : Sulfur Dioxide, 1998.
- [7] M. R, Pengantar Kesehatan Lingkungan, Yogyakarta : Graha Ilmu , 2005.
- [8] T. A. T, Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor dan Dampaknya Terhadap Kesehatan, Jakarta, 2007.
- [9] Anil, Environmental Chemistry edisi 5, New Delhi: New Age International Publication Adiwisastra, 2003.
- [10] Maniur, "Karakterisasi Gas Sulfur Dioksida Dalam Penjerap Tetrakloromerkurat dengan Menggunakan Metode Spektroskopi," *Skripsi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, no. 12, pp. 8-10, 2012.