

Analisis Tingkat Pencemaran Gas CO, NO₂, dan SO₂ pada Desa Batu Merah Kota Ambon

Male, Y.T^{1*}, Bandjar, A.¹, Gaspersz, N¹, Fretes, Y², Wattimury, J.J³

¹Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Pattimura, Jl. Ir.M. Putuhena, Ambon, Indonesia

²Lab. Kimia Anorganik, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA Universitas Pattimura

³ Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura, Ambon

*alamat email korespondensi : yusmale@yahoo.com

Abstract

Batu Merah Village is one of the villages in Ambon City which has the largest population and also the main route of transportation access to Ambon City so that the traffic density triggers smoke pollution. This research was conducted to determine the concentration of gas CO, NO₂ and SO₂ on Batu Merah Village. The results of this study indicate that the level of NO₂ and SO₂ gas is still below the quality standard, while the CO gas pollution level has exceeded the quality standard based on the Regulation of the State Minister of the Environment No. 12 of 2010.

Keywords: Ambon City; Batu Merah Village; Air Pollution; CO; NO₂; SO₂

Abstrak

Desa Batu Merah merupakan salah satu desa di Kota Ambon yang memiliki jumlah penduduk terbesar dan juga merupakan jalur utama akses transportasi menuju pusat Kota Ambon. Pemukiman penduduk yang padat dan kemacetan lalu lintas kendaraan memicu terjadinya polusi gas-gas beracun di udara. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi gas CO, NO₂ dan SO₂ di Desa Batu Merah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar gas NO₂ dan SO₂ masih di bawah baku mutu, sedangkan tingkat pencemaran gas CO sudah melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12 Tahun 2010 tentang Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah

Kata Kunci : Kota Ambon; Desa Batu Merah; polusi udara; CO; NO₂; SO₂

1. Pendahuluan

Kebanyakan kota-kota besar di seluruh dunia menghadapi persoalan yang sama, yaitu pencemaran udara. Faktor topografi, kependudukan, iklim, cuaca serta tingkat perkembangan ekonomi dan industrialisasi erat hubungannya dengan peningkatan polusi udara di perkotaan. Saat ini, penduduk

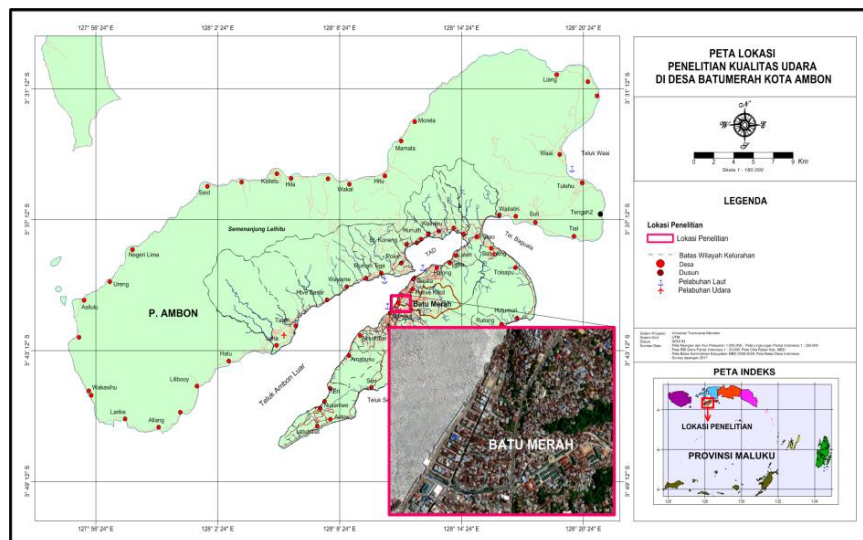
di kota-kota besar sangat rentan terpapar udara yang terkontaminasi berbagai polutan [1-2]. Sumber utama pencemaran udara adalah transportasi, pembangkit listrik, industri logam dan mesin, industri bahan bangunan serta pembakaran lahan.

Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), 92% populasi dunia tinggal di tempat dengan

tingkat kualitas udara melebihi batas yang direkomendasikan, misalnya kadar maksimum gas nitrogen dioksida (NO_2) yang diukur dalam 1 jam sebesar $200 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$, belerang dioksida (SO_2) yang diukur dalam 24 jam sebesar $20 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ sedangkan untuk kadar maksimum gas karbon monoksida (CO) digunakan standar USEPA (U.S. Environment Protection Agency), sebesar $40.000 \mu\text{g}/\text{Nm}^3$ untuk 1 jam pengukuran [3]. Polutan udara yang dominan di lingkungan perkotaan adalah: SO_2 , NO dan NO_2 , CO, O_3 , SPM (= *Suspended Particulate Matter*) dan Pb

(timbang). SO_2 berperan dalam terjadinya hujan asam dan polusi partikel sulfat aerosol, sedangkan NO_2 berperan terhadap polusi partikel dan deposit asam dan prekursor ozon yang merupakan unsur pokok dari kabut fotokimia. Peningkatan konsentrasi zat SO_2 , SPM, NO_2 dan O_3 sangat beresiko terhadap kesehatan penduduk bahkan berhubungan dengan tingginya angka kematian di negara-negara berkembang [4-5].

Kota Ambon adalah Ibu Kota Provinsi Maluku yang terletak di Pulau Ambon (Gambar 1).



Gambar 1. Peta Pulau Ambon dengan inset lokasi penelitian, Desa Batu Merah

Kecamatan Sirimau adalah salah satu kecamatan di Pusat Kota Ambon yang terdiri dari 14 Desa/Kelurahan, dimana Desa Batu Merah adalah salah satu desa dalam Wilayah

Kecamatan Sirimau. Pada tahun 2018, jumlah penduduk Kecamatan Sirimau berjumlah 162.226 jiwa sedangkan jumlah penduduk Desa Batu Merah sendiri berjumlah 72.229

jiwa atau 45,5% dari total populasi penduduk di Kecamatan Sirimau. Hal ini menjadikan Desa Batu Merah sebagai desa dengan penduduk terpadat di Kota Ambon [6]. Desa Batu Merah juga merupakan jalur utama akses transportasi ke Kota Ambon sehingga kepadatan lalu lintas memicu kemacetan, polusi asap serta bising kendaraan. Padatnya pemukiman penduduk serta kemacetan lalu lintas yang setiap saat terjadi menyebabkan kualitas udara di Desa Batu Merah perlu diteliti. Atas pertimbangan tersebut maka Desa Batu Merah dijadikan lokasi penelitian dengan parameter pencemaran udara yang diteliti adalah karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂).

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan adalah *Air quality monitor* (Yes Air), *Midged impinger*, timbangan analitik (Quarto), peralatan gelas, oven (Humboldt), stopwatch, *sound level meter* (3M Quest), hygrometer (Wohler), barometer (Extech) dan spektrofotometer UV-Vis (Inscienpro).

Bahan-bahan yang digunakan adalah Asam sulfanilat, asam asetat glasial, NEDA (C₁₂H₁₆Cl₂N₂), aseton, natrium nitrit,

merkuri(II) klorida, kalium klorida, EDTA, natrium sulfit, asam sulfamat, asam fosfat, pararosanilin hidroklorida, asam klorida, formaldehida dan air suling.

2.2 Metode Sampling dan Analisis

Metode yang digunakan adalah metode Griess Saltzman untuk pengambilan sampel NO₂ (SNI No. 19-7119.2.2005) [7] dan metode Pararosanilin untuk pengambilan sampel SO₂ (SNI No. 19-7119.7.2005) [8], sedangkan untuk pengukuran kadar gas CO, suhu, tekanan, kelembaban, dan kebisingan menggunakan metode pembacaan langsung (*direct reading*). Pada metode Griess Saltzman, gas NO₂ dijerap dalam larutan Griess Saltzman sehingga membentuk suatu senyawa *azo dye* berwarna merah muda. Untuk metode *Pararosanilin*, gas SO₂ dioksida dijerap dalam larutan penjerap tetrakloromerkurat yang membentuk senyawa kompleks diklorosulfonatomerkurat.

2.3 Prosedur Kerja

2.3.1 Pengukuran gas CO, tekanan udara, kelembaban dan tingkat kebisingan

Pengukuran gas CO dilakukan dengan menggunakan perangkat *Air Quality Monitor*; pengukuran tekanan udara menggunakan hygrometer; pengukuran suhu dan kelembaban udara menggunakan barometer.

2.3.2 Pengukuran gas NO₂

Pembuatan larutan standar dan larutan penjerap nitrit (NO₂)

Larutan standar dibuat dengan memipet 10 mL larutan induk nitrit dan dimasukkan ke dalam labu ukur 1000 mL kemudian ditambahkan air suling sampai tanda tera kemudian dikocok. Untuk larutan penjerap, asam sulfanilat sebanyak 5 g dilarutkan dalam gelas piala 1000 mL dengan 140 mL asam asetat glasial, kemudian dipanaskan sambil ditambahkan air suling sampai kurang lebih 800 mL, dan diaduk sampai asam sulfanilat larut setelah itu larutan didinginkan. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL, ditambahkan berturut-turut 20 mL larutan induk NEDA, 10 mL larutan aseton kemudian ditambahkan air suling hingga tanda tera, dan dikocok sampai larutan tercampur merata, setelah itu larutan dimasukkan ke dalam botol pyrex berwarna gelap dan disimpan dalam lemari pendingin.

Pembuatan kurva kalibrasi untuk gas NO₂

Dipipet masing-masing 0,1; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; dan 1,0 mL larutan standar nitrit dan dimasukkan ke dalam tabung uji 25 mL, selanjutnya ditambahkan larutan penjerap Saltzman sampai tanda batas kemudian dikocok dan dibiarkan selama 15 menit.

Masing-masing larutan diukur serapannya menggunakan UV-Vis pada panjang gelombang (λ_{max}) 550 nm.

Pengambilan sampel gas NO₂

Larutan penjerap Griess Saltzman sebanyak 10 mL dimasukkan ke dalam botol penjerap kemudian instrumen *Midged impinger* diatur kecepatan alir awal pada 0,4 L/menit sampai 1 L/menit. Setelah stabil dicatat sebagai laju alir awal F1 (L/menit). Pengambilan sampel uji dilakukan selama 1 jam. Setelah 1 jam dicatat laju alir akhir udara akhir F2 (L/menit). Sampel uji dipindahkan dari tabung *impinger* ke dalam botol kaca dan disimpan dalam *cool box*, selanjutnya sampel uji dianalisis dengan spektrofometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm [7].

2.3.3 Pengukuran gas SO₂

Pembuatan larutan penjerap tetrakloromercurat

Merkuri (II) klorida ditimbang sebanyak 10,86 g, dilarutkan dengan 800 mL air suling dalam gelas piala 1000 mL dan ditambahkan berturut-turut 5,96 g kalium klorida dan 0,066 g EDTA, kemudian diaduk sampai homogen. Larutan dipindahkan ke dalam labu ukur 1000 mL, diencerkan dengan air suling sampai tanda tera dan dikocok.

Pembuatan larutan induk dan larutan standar natrium sulfat

Untuk larutan induk, sebanyak 0,4 g Natrium sulfat (Na_2SO_4) dilarutkan dengan air suling di dalam labu takar 500 mL dan diencerkan dengan air suling sampai tanda tera, kemudian dikocok sampai larutan homogen. Untuk larutan standar, dipipet 2 mL larutan induk natrium sulfat kemudian dimasukkan ke dalam labu ukur 100 mL, diencerkan sampai tanda tera dengan larutan penjerap dan dikocok sampai homogen.

Pembuatan kurva kalibrasi

Dipipet masing-masing 1,0; 2,0; 3,0; dan 4,0 mL dari larutan standar Na_2SO_3 0,01 M dan dimasukkan ke dalam tabung uji 25 mL. Pada larutan ini ditambahkan larutan penjerap sampai volume 10 mL, ditambahkan 1 mL larutan asam sulfamat dan larutan dibiarkan selama 10 menit. Secara berturut-turut ditambahkan 2,0 mL larutan formaldehid dan 5,0 mL larutan pararosanilin kemudian diencerkan dengan air suling sampai batas tera. Larutan dikocok dan dibiarkan selama 30–60 menit kemudian diukur serapannya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm. Kurva kalibrasi dibuat dengan menghubungkan serapan larutan (absorbansi) dengan kadar SO_2 ($\mu\text{g/L}$).

2.3.4 Sampling gas SO_2 di udara

Peralatan *Midget impinger* disiapkan, kemudian dimasukkan larutan penjerap SO_2 yaitu tetrakloromercurat sebanyak 10 mL ke dalam botol penjerap, setelah itu *Midget impinger* dihubungkan dengan sumber listrik kecepatan aliran udara 0,4 L/menit sampai 1 L/menit setelah stabil dicatat sebagai laju alir awal (F1) dan dilakukan pengambilan selama 1 jam, setelah 1 jam pengambilan dicatat laju alir akhir (F2) kemudian alat dimatikan lalu sampel uji dipindahkan dari tabung impinger ke dalam botol pyrex dan disimpan dalam *cool box*.

2.3.5 Pengujian sampel

Larutan sampel uji dipindahkan ke dalam tabung uji 25 mL, ditambahkan 5 mL air suling untuk membilas, kemudian ditambahkan 1 mL asam sulfamat dan dibiarkan selama 10 menit, selanjutnya ditambahkan berturut-turut 2,0 mL larutan formaldehid dan 5,0 mL larutan pararosanilin kemudian ditambahkan air suling sampai volume 25 mL lalu dikocok, setelah itu dibiarkan selama 30–60 menit, kemudian diukur serapan dengan spektrometer UV-Vis pada panjang gelombang 550 nm [9].

3. Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pengukuran konsentrasi beberapa gas di atmosfer Desa

Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon, yaitu gas karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂) dan sulfur dioksida (SO₂) serta hubungannya dengan jumlah kendaraan yang melewati daerah penelitian. Data

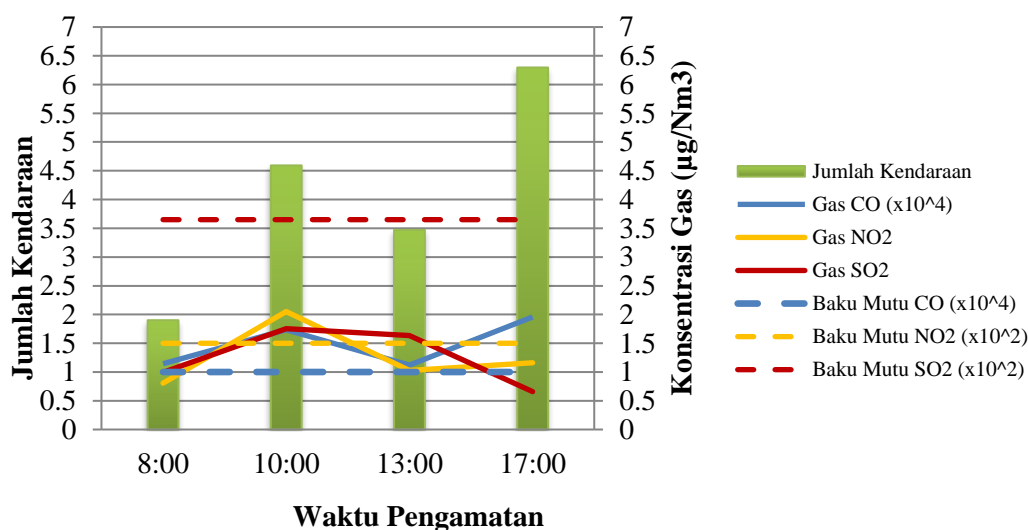
pengukuran konsentrasi gas CO, NO₂, SO₂ dan jumlah kendaraan di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon disajikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Data konsentrasi gas karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂) dan jumlah kendaraan di Desa Batu Merah

Waktu pengukuran (WIT)	Jumlah kendaraan	Konsentrasi (µg/Nm ³)			Baku Mutu (µg/Nm ³)*		
		CO	NO ₂	SO ₂	CO	NO ₂	SO ₂
8:00	1.901	11.451	0,806	0,996	10.000	150	365
10:00	4.593	17.371	2,052	1,754			
13:00	3.472	11.200	1,025	1,637			
17:00	6.296	19.577	1,163	0,659			

Hubungan jumlah kendaraan dengan konsentrasi gas CO, NO₂, dan SO₂ di Desa Batu

Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan jumlah kendaraan dengan konsentrasi gas CO, NO₂, dan SO₂ di Desa Batu Merah

Gas Karbon Monoksida (CO) Analisis tingkat pencemaran gas karbon monoksida di Desa Batu Merah Kecamatan

Sirimau Kota Ambon dilakukan dengan selang (range) waktu pengukuran pukul 08:00 WIT, 10:00 WIT, 13:00 WIT, dan pukul 17:00 WIT.

Hasil Pengukuran tingkat pencemaran gas karbon monoksida di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon yang dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan Tabel 1, konsentrasi gas CO tertinggi sebesar 19.577 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada pukul 17:00 WIT sedangkan konsentrasi gas CO terendah sebesar 11.200 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ pada pukul 13:00 WIT. Tinggi-rendahnya konsentrasi gas CO di Desa Batu Merah dipengaruhi oleh jumlah kendaraan, dimana pada konsentrasi gas CO tertinggi (19.577,1 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$), total kendaraan bermotor yang melewati daerah penelitian sebanyak 6296 buah. Fenomena berbeda terlihat pada pengukuran konsentrasi gas CO pada pukul 13:00 WIT yang lebih rendah dengan jumlah kendaraan lebih banyak dibandingkan dengan konsentrasi gas CO pada pengukuran pukul 08:00 WIT dengan jumlah kendaraan yang lebih sedikit. Hal ini dapat dijelaskan karena dipengaruhi faktor lain seperti suhu dan kelembaban udara. Iklim, cuaca serta letak topografi sangat mempengaruhi penyebaran dan transportasi zat-zat pencemar udara [5].

Suhu udara yang terukur pada pukul 13:00 WIT sebesar 32,95 °C dengan kelembaban 68,3% RH, sedangkan pada pukul 08:00 WIT, suhu udara cukup rendah yaitu 30,11°C tetapi dengan kelembaban cukup tinggi, yaitu 78,7%

RH sehingga dapat dikatakan bahwa suhu yang tinggi dengan kelembaban yang rendah mengakibatkan konsentrasi gas CO di udara rendah dan sebaliknya, suhu udara rendah dengan kelembaban yang tinggi mengakibatkan konsentrasi gas karbon monoksida di udara tinggi. Menurut Widayani [10], lebih dari 63% sumber polutan gas berasal dari emisi gas bidang transportasi. Jenis bahan bakar kendaraan yang paling banyak digunakan yaitu premium, karena harga bahan bakar murah dan mudah diperoleh tetapi jenis bahan bakar ini membuat performa mesin tidak optimal sehingga emisi gas buang mencemari lingkungan.

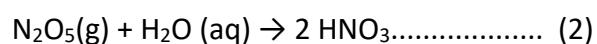
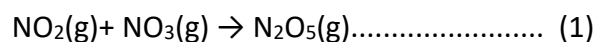
Hasil pengukuran konsentrasi gas CO yang diperoleh pada penelitian ini lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengukuran pada tahun 2014 sebesar 10.036,75 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ [11]. Hal ini menunjukkan terjadi kenaikan konsentrasi gas CO di Desa Batu Merah, Kota Ambon. Gas karbon monoksida sangat berbahaya karena dibandingkan dengan oksigen, karbon monoksida memiliki daya ikat yang lebih besar terhadap hemoglobin sehingga fungsi hemoglobin dalam sirkulasi darah merah terganggu [12]. Berdasarkan Permen LH. No. 12, ambang batas yang ditetapkan untuk konsentrasi pencemar gas

CO yaitu sebesar 10.000 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ selama pengukuran 1 jam, maka dari data hasil pengukuran konsentrasi gas CO di Desa Batu Merah telah melewati standar baku mutu yang ditetapkan [12].

Konsentrasi Gas Nitrogen Dioksida (NO_2)

Konsentrasi gas nitrogen NO_2 di Desa Batu Merah diukur menggunakan rentang waktu yang sama dengan pengukuran gas CO, yaitu pukul 08:00 WIT, 10:00 WIT, 13:00 WIT, dan pukul 17:00 WIT. Hasil pengukuran pada Tabel 1 menunjukkan konsentrasi gas NO_2 tertinggi pada pukul 10:00 WIT, yaitu sebesar 2,052 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ dengan jumlah total kendaraan 4593 buah, sedangkan konsentrasi terendah pada pukul 08:00 WIT (0,806 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) dengan jumlah kendaraan 1.901 buah. Pada pukul 10.00 WIT, suhu udara ambien sebesar 36,87 °C dengan 69% RH sedangkan pada pukul 08:00 WIT, suhu udara ambien sebesar 30,11 °C dengan kelembaban 78,7% RH. Kelembaban udara yang tinggi, dengan banyaknya uap air di udara yang menyebabkan produksi asam nitrat meningkat. Produksi asam nitrat yang melibatkan senyawa NO_2 dan N_2O_5 di atmosfer sehingga konsentrasi NO_2 mengalami penurunan. Pada pagi hari seiring dengan munculnya sinar matahari, NO_3 akan

bereaksi dengan NO_2 membentuk N_2O_5 dan butiran-butiran air di udara akan bereaksi dengan N_2O_5 tersebut membentuk asam nitrat dengan persamaan reaksi:



Pada intensitas matahari yang meningkat, suhu udara juga meningkat sehingga terjadi proses oksidasi NO menjadi NO_2 sehingga konsentrasi gas NO_2 meningkat di udara.

Hasil pengukuran konsentrasi gas NO_2 yang diperoleh pada penelitian ini (2,052 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$) lebih tinggi dibandingkan dengan hasil pengukuran pada tahun 2014 sebesar 0,035 $\mu\text{g}/\text{Nm}^3$ [10]. Hal ini menunjukkan terjadi kenaikan konsentrasi gas NO_2 di Desa Batu Merah, Kota Ambon. Meningkatnya pencemaran gas NO_2 di Desa Batu Merah akan berdampak pada kesehatan masyarakat tersebut dan juga pada lingkungan. Paru-paru merupakan organ tubuh yang paling peka terhadap pencemaran gas NO_2 karena akan membengkak sehingga penderita sulit bernafas. Pada konsentrasi gas NO_2 sebesar 5 ppm di udara dan terhirup oleh manusia dapat mengakibatkan kesukaran dalam bernafas [12]. Berdasarkan Permen LH No. 12 Tahun 2010, hasil pengukuran konsentrasi gas NO_2 di Desa Batu Merah masih di bawah standar baku mutu yang ditetapkan [13].

Konsentrasi Sulfur Dioksida (SO₂)

Konsentrasi gas sulfur (SO₂) dioksida (Tabel 1) diukur menggunakan rentang waktu yang sama, yaitu pukul 08:00 WIT, 10:00 WIT, 13:00 WIT, dan pukul 17:00 WIT. Konsentrasi gas SO₂ dihitung berdasarkan persamaan, $C = \frac{b}{V} \times 1000$, dimana C adalah konsentrasi SO₂ di udara (µg/Nm³), b adalah jumlah SO₂ dari sampel uji hasil perhitungan kurva kalibrasi (µg), V adalah volume udara yang dihisap pada kondisi normal (L), dan 1000 adalah konversi L ke m³.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi gas SO₂ tertinggi pada pukul 10:00 WIT (1,754 µg/Nm³) dan terendah pada pukul 17:00 WIT (0,659 µg/Nm³). Tinggi-rendahnya konsentrasi gas sulfur dioksida tidak sebanding dengan peningkatan jumlah kendaraan karena dipengaruhi oleh suhu. Pada kelembaban yang rendah, gas SO₂ tidak mengalami proses oksidasi yang dapat menurunkan konsentrasi gas SO₂ di udara, sedangkan pada kelembaban tinggi/sore hari, gas SO₂ di udara diabsorpsi oleh dropet air alkalin dan bereaksi pada kecepatan tertentu membentuk sulfat di dalam droplet.

Peningkatan konsentrasi gas SO₂ akan berdampak terhadap kesehatan masyarakat

dan lingkungan. Berdasarkan Permen LH No. 12 Tahun 2010 dengan standar konsentrasi gas sulfur dioksida (SO₂) yang ditetapkan sebesar 365 µg/Nm³ selama pengukuran 1 jam [14], maka konsentrasi gas SO₂ yang diperoleh pada penelitian ini masih di bawah standar baku mutu

4. Kesimpulan

Konsentrasi gas CO di Desa Batu Merah Kecamatan Sirimau Kota Ambon tertinggi pada pukul 17:00 WIT sebesar 19.577,1 µg/Nm³, terendah sebesar 11.200,0 µg/Nm³ pada pukul 13:00 WIT. Konsentrasi gas NO₂ dan SO₂ di Desa Batu Merah tertinggi pada pukul 10:00 WIT, dimana konsentrasi gas NO₂ tertinggi (2,052 µg/Nm³) dan konsentrasi gas SO₂ tertinggi (1,754 µg/Nm³). Berdasarkan data tersebut tingkat pencemaran gas NO₂, dan SO₂ di Desa Batu Merah masih dibawah standar baku mutu, sedangkan tingkat pencemara gas CO telah melampaui standar baku mutu berdasarkan Permen LH No.12 Tahun 2010. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa udara di daerah Kota Ambon yang terpadat penduduknya, yaitu Desa Batu Merah, telah tercemari gas-gas buangan dari aktifitas transportasi yang padat. Dibutuhkan kerjasama semua pihak untuk menemukan solusi pengurangan tingkat pencemran udara

di daerah pemukiman yang padat penduduknya.

Daftar Pustaka

- [1] Mayer, H., (1999). Air pollution in cities. *Atmospheric Environment* 33, 4029-4037. [https://doi.org/10.1016/S1352-2310\(99\)00144-2](https://doi.org/10.1016/S1352-2310(99)00144-2).
- [2] Hirota, K., Sakamoto, S., Shibuya, S., Kashima, S. (2017). A methodology of health effects estimation from air pollution in large Asian Cities. *Environments* 2017, 4, 60; doi:10.3390/environments4030060.
- [3] World Health Organization. Occupational and Environmental Health Team. (2000). Guidelines for air quality. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/66537>
- [4] Popov, O., Iatsyshyn, A., Kovach, V., Artemchuk, A., Kameneva, I., Taraduda, D., Sobyana, V., Sokolov, D., Dement, M., Yatsyshyn, T. (2020). Risk assessment for the Population of Kyiv, Ukraine as a result of atmospheric air pollution, *Journal of Health & Pollution* Vol. 10, No. 25. <https://doi.org/10.5696/2156-9614-10.25.200309>.
- [5] Yusad, Y. (2003). Polusi udara di kota-kota besar dunia, Fakultas Kesehatan Masyarakat Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/3736/fkm-yusniwarti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 12 Januari 2021.
- [6] Universitas Sumatera Utara, <http://repository.usu.ac.id/bitstream/handle/123456789/3736/fkm-yusniwarti.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Diakses 12 Januari 2021.
- [7] Badan Pusat Statistik Kota Ambon (2019). Kecamatan Sirimau Dalam Angka. Katalog No: 11020018171020.
- [8] Standar Nasional Indonesia, No.19.7119.2-2005. Cara Pengukuran NO₂ Dengan Metode Griess Saltman Menggunakan Alat Spektrofotometer.
- [9] Standar Nasional Indonesia, No.19.7119.7-2005. Cara Pengukuran SO₂ Dengan Metode Pararosanilin Menggunakan Alat Spektrofotometer
- [10] Marsell, A., 2012. Metode Sampling. Jakarta: Universitas Esa Unggul.
- [11] Widayani, 2004. Kajian Korelasi Tingkat Kepadatan Lalu Lintas di Kota Semarang Terhadap Konsentrasi CO dan Pb dengan Model Gaussian. Laporan Tesis. Semarang: Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Diponegoro.
- [12] Badan Teknik Keselamatan Lingkungan PP Kota Ambon (2014).

- Laporan Pemantauan Kualitas Udara Ambient Di Kota Ambon Provinsi Maluku.
- [13] Soedomo, M., 2001. Pencemaran Udara. Bandung: Penerbit ITB.
- [14] Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 12. 2010.
- Pelaksanaan Pengendalian Pencemaran Udara di Daerah.
- [15] Wardhana, 2001. Dampak Pencemaran Udara. Yogyakarta: Penerbit Andi.