

Analisa Perbedaan Kualitas Udara berdasarkan Parameter Nitrogen Dioksida dan Sulfur Dioksida Sebelum dan Saat Pandemi COVID-19 di Kota Surakarta, Indonesia

Sapta Suhardono¹, Mega Mutiara Sari^{2*}, Iva Yen Septiariva³

¹Program Studi Ilmu Lingkungan, Fakultas MIPA, Universitas Sebelas Maret., Jl. Jend. Urip Sumoharjo No. 179, Surakarta 57 128, Jawa Tengah, Indonesia

²Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Perencanaan Infrastruktur, Universitas Pertamina, Komplek Universitas Pertamina, DKI Jakarta, Jakarta Selatan, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret, Jalan Ir Sutami 36A Surakarta, Jawa Tengah 57126, Indonesia

*Penulis korespondensi: mega.ms@universitaspertamina.ac.id

Diterima : 11 September 2022

Disetujui: 01 Desember 2022

Abstrak

Pandemi COVID-19 secara tidak langsung merubah mobilisasi masyarakat di perkotaan. Salah satu kota yang mengalami perubahan tersebut adalah Kota Surakarta. Mobilisasi kendaraan merupakan hal yang dapat dievaluasi, salah satu cara mengevaluasi hal tersebut adalah dengan melihat kualitas udara. Tujuan dari penelitian ini adalah melihat perbedaan kualitas udara sebelum dan saat pandemi COVID-19 di Kota Surakarta. Adapun metode yang digunakan adalah dengan menganalisa secara kuantitatif dengan analisa varian (ANOVA). Parameter kualitas udara yang dilihat dalam studi ini adalah Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida. Berdasarkan analisa data di tiga ruas jalan Nitrogen dioksida cenderung meningkat pada dua ruas jalan di Kota Surakarta. Sedangkan konsentrasi Sulfur dioksida cenderung menurun dari tahun 2019 ke tahun 2020. Analisa ANOVA memperlihatkan ada perbedaan yang signifikan ($\text{sig} < 0.05$) konsentrasi parameter udara tahun 2019 ke tahun 2020.

Kata kunci: Nitrogen Dioksida, Sulfur Dioksida, Surakarta, COVID-19

Abstract

The COVID-19 pandemic has indirectly changed the mobilization of people in urban areas. One of the cities that has experienced these changes in the city of Surakarta. Vehicle mobilization is something that can be devalued, one way to evaluate this is by looking at air quality. The purpose of this study was to look at the differences in air quality before and during the COVID-19 pandemic in Surakarta City. The method used is to analyze quantitatively with analysis of variance (ANOVA). The air quality parameters seen in this study are Nitrogen dioxide and Sulfur dioxide. Based on data analysis on three roads, Nitrogen dioxide tends to increase on two roads in Surakarta City. Meanwhile, the Sulfur dioxide concentration tends to decrease from 2019 to 2020. ANOVA analysis shows that there is a significant difference ($\text{sig} < 0.05$) in the concentration of air parameters from 2019 to 2020.

Keywords: Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide, Surakarta, COVID-19

PENDAHULUAN

Pencemaran udara telah menjadi ancaman kritis bagi lingkungan serta menimbulkan ancaman serius bagi kesehatan. Sekitar 80% penduduk di perkotaan terpapar polusi udara melebihi nilai baku mutu udara yang ditetapkan oleh World Health Organization (WHO) dan bahkan 98% kota di negara berpenghasilan rendah-menengah dan 56% di negara berpenghasilan tinggi tidak memenuhi standar kualitas udara. pedoman WHO (WHO, 2016). Lebih dari 4,2 juta orang diperkirakan meninggal di seluruh dunia setiap tahun karena paparan polusi udara ambient (*outdoor*) oleh serangan jantung, stroke otak, kanker dan berbagai jenis penyakit pernapasan kronis (WHO, 2016).

Peningkatan pesat dalam konsumsi energi batubara dan perluasan kepemilikan kendaraan bermotor yang terus-menerus telah menyebabkan banyak zat berbahaya dibuang ke atmosfer, yang secara serius mempengaruhi kualitas udara perkotaan dan membahayakan produksi dan aktivitas kehidupan serta kesehatan manusia (Li et al., 2018; Hoek et al., 2013; Adicita et al., 2019). Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida adalah jejak gas yang banyak terdapat di atmosfer. Aktivitas manusia relatif aktif di daerah perkotaan (Sagara et al., 2021) di mana faktor manusia mendominasi emisi Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida udara secara keseluruhan (Ielpo et al., 2019; Zheng et al., 2018)

Di sisi lain, wabah COVID-19 yang dimulai pada akhir Desember 2019, menyebar dengan cepat ke banyak negara (212 negara dan wilayah) di dunia dan akhirnya berubah menjadi pandemi global (Rana et al., 2020; Ferretti et al., 2020). Banyak aktivitas utama manusia, di bidang budaya, pendidikan, transportasi, dan industri manufaktur dibatasi secara global untuk mencegah penyebaran penyakit COVID-19 lebih lanjut (Alvarez et al., 2020; Sarwono et al., 2021). Pembatasan kegiatan antropogenik yang sedang berlangsung di banyak negara sebagian besar telah mengurangi produksi industri serta konsumsi energi sebesar 30% atau lebih dalam beberapa minggu, karena tindakan penguncian yang ketat diberlakukan untuk masalah kesehatan masyarakat (McKibbin & Fernando, 2021; May et al., 2020).

Aktivitas manusia yang dibatasi selama penguncian pandemi telah mengurangi emisi polutan ke atmosfer dan dengan demikian menurunkan tingkat polusi di kota-kota metropolitan global (Sharma et al., 2020; Isaifan et al., 2020; Suryawan et al., 2021). Ini memberikan kesempatan unik untuk menyelidiki dampak emisi antropogenik terbatas ini pada kualitas udara, serta untuk lebih memahami respons kompleks lingkungan atmosfer terhadap aktivitas antropogenik.

Salah satu kota di Indonesia yang memiliki kepadatan penduduk yang tinggi adalah Surakarta. Banyaknya jumlah penduduk di Surakarta disebabkan karena Kota Surakarta termasuk dalam peringkat kedua kota terlayak huni di Indonesia. Hal ini menyebabkan peningkatan aktivitas yang terjadi di Kota Surakarta sehingga memicu berbagai permasalahan seperti peningkatan jumlah penduduk (Aditama et al., 2016). Jumlah penduduk yang terus meningkat yang terjadi setiap tahun selalu diikuti dengan peningkatan volume kendaraan, sehingga polusi udara juga meningkat (Suhardono et al.

2020). Untuk itu tujuan dari studi ini adalah untuk menganalisa perbedaan emisi Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida di Kota Surakarta sebelum dan saat pandemi COVID-19

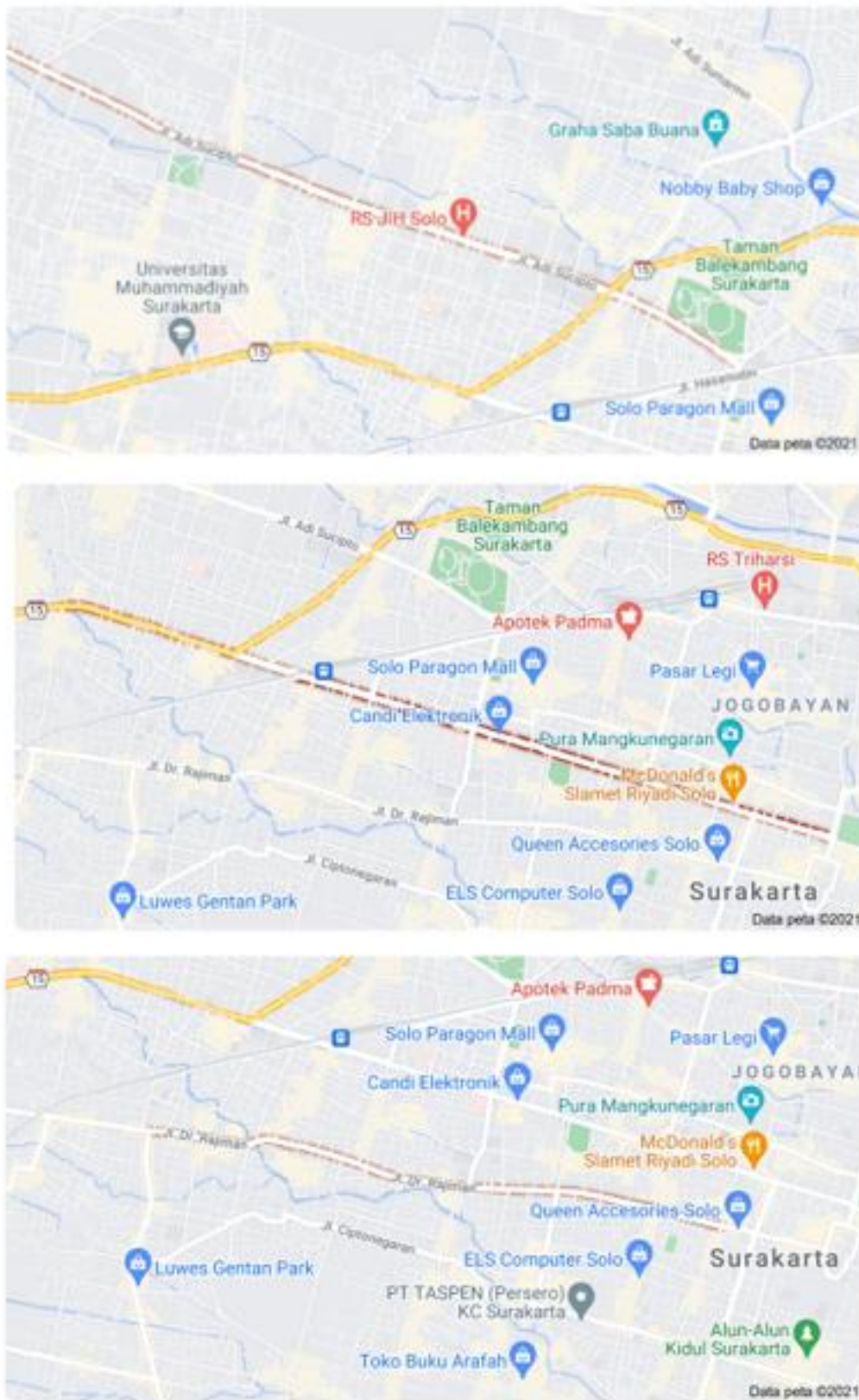
METODE PENELITIAN

Studi ini menggunakan metode kualitatif untuk menguraikan topik utama dengan menggunakan data sekunder dan analisis data deskriptif. Selain itu, studi ini didukung oleh data kualitas udara yang tersedia untuk umum yang disediakan oleh stasiun pemantauan kualitas udara berbasis DLHK Kota Surakarta dengan tiga lokasi pada tahun 2019 dan 2020.

Perlu dicatat bahwa data dari Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida berasal dari stasiun yang dikelola oleh pemerintah. instansi atau instansi Kota Surakarta. Data tahun 2020 dari makalah ini dikumpulkan sosial.

Konsentrasi Nitrogen dioksida dalam larutan ditentukan dengan metode Griess Saltzman dengan analisis menggunakan Spektrofotometer UV-Vis berdasarkan SNI-19-7119.2-2005. Sedangkan Konsentrasi Sulfur dioksida dalam larutan ditentukan dengan metode Pararosanilin dengan analisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis berdasarkan SNI 19-7119.7-2005.

Analisis Varians (ANOVA) adalah rumus statistik yang digunakan untuk membandingkan varians di seluruh mean (atau rata-rata) dari kelompok yang berbeda. Berbagai skenario menggunakannya untuk menentukan apakah ada perbedaan antara rata-rata kualitas udara berdasarkan kelompok data sebelum dan saat pandemi COVID-19. Perangkat lunak yang digunakan dalam analisis ini adalah IBM SPSS 26.

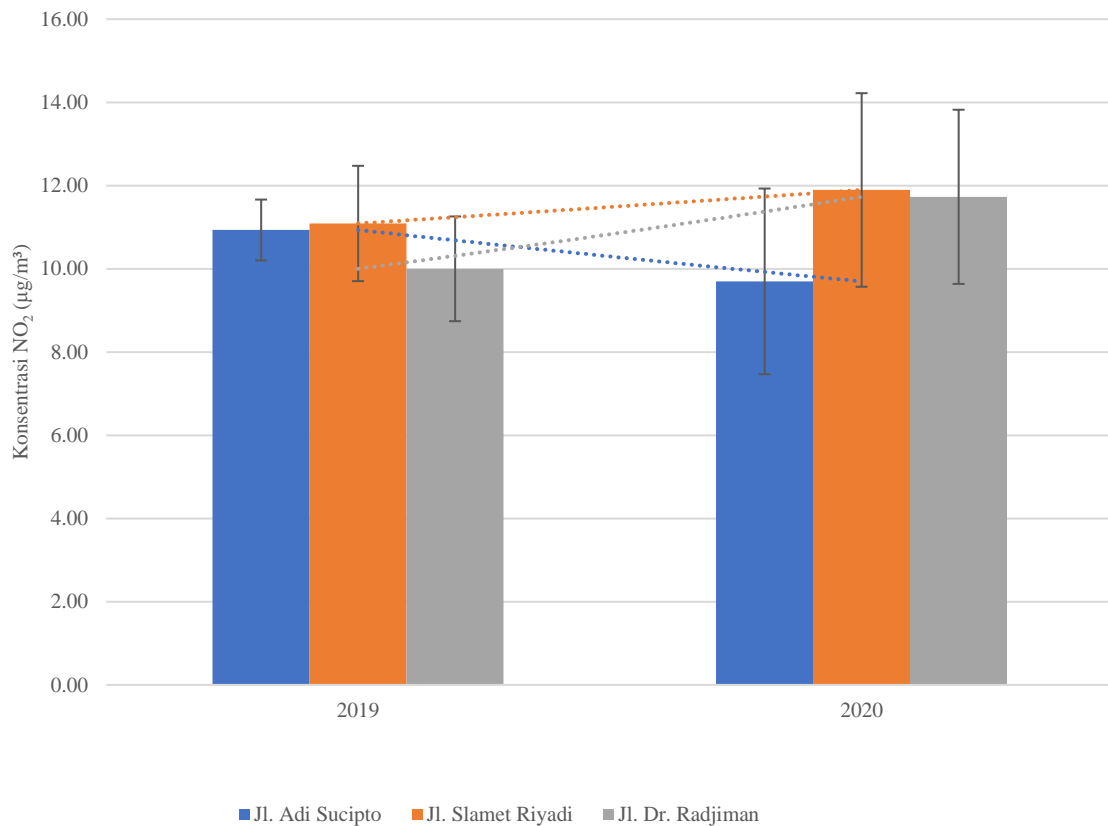


Gambar 1. Lokasi Pengambilan Sampel Konsentrasi Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida di Kota Surakarta pada Tahun 2019 dan Tahun 2020 (Sebelum dan Saat Pandemi COVID-19)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi gas Nitrogen dioksida di udara sudah menjadi salah satu dampak pencemaran udara di Indonesia. Toleransi emisi gas NO dan NOx pada kendaraan bermotor adalah 0,25 ppm. Nitrogen dioksida adalah gas beracun yang memiliki bau menyengat di hidung dan dapat terlihat jelas dari warna kecoklatannya. Gas Nitrogen dioksida dihasilkan dari pembakaran

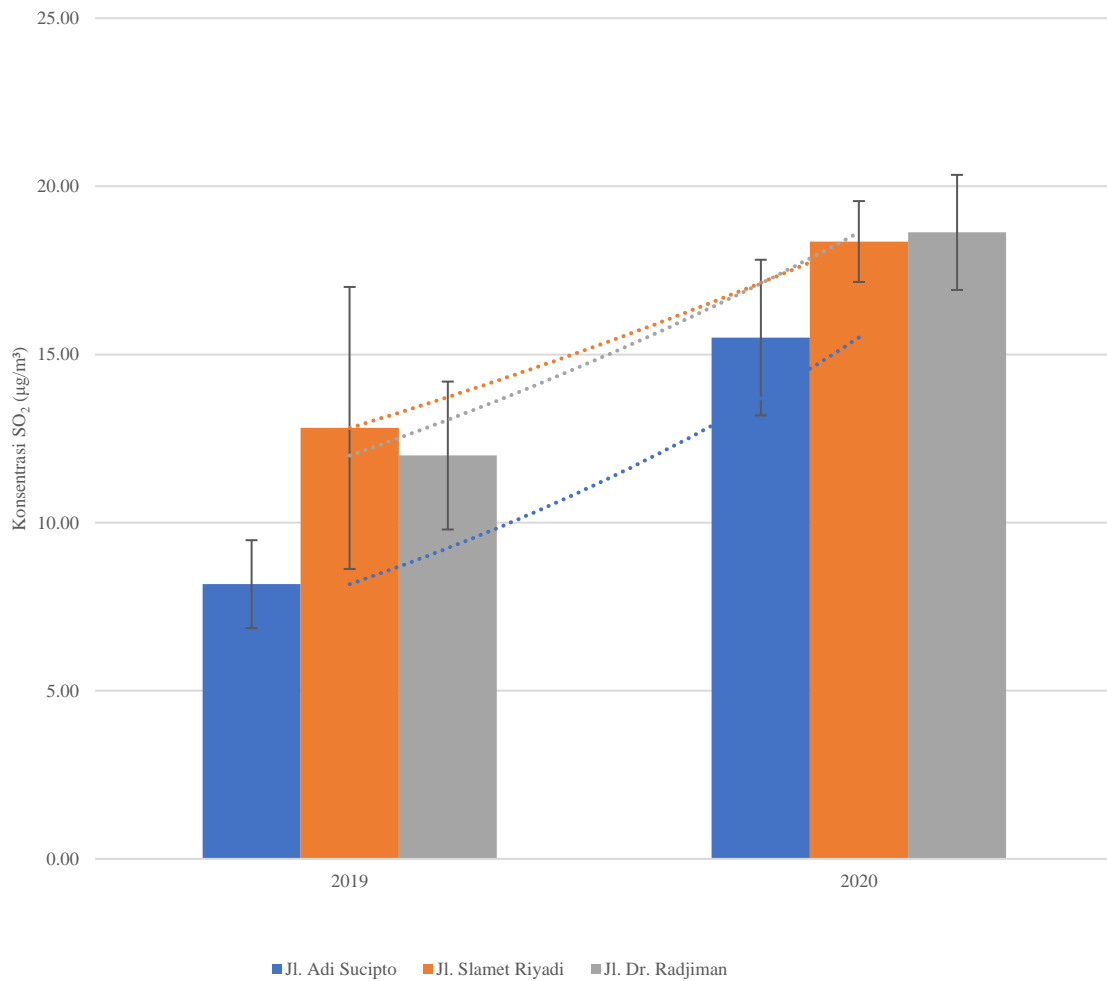
bahan bakar kendaraan bermotor pada suhu tinggi, industri dan pembangkit listrik berbahan bakar fosil. Gas Nitrogen dioksida selama pandemi di ruas jalan Kot Surakarta terlihat menignkat untuk dua wilayah, sedangkan untuk Jalan Adi Sucipto cenderung meningkat (Gambar 2).



Gambar 2. Perbedaan Rata-rata Konsentrasi Nitrogen dioksida di Kota Surakarta pada Tahun 2019 dan Tahun 2020 (Sebelum dan Saat Pandemi COVID-19)

Gambar 3 menunjukkan perubahan konsentrasi Sulfur dioksida di jalan besar di Kota Surakarta dari tahun tahun 2019 dan tahun 2020. Hal ini memperlihatkan pandemi COVID-19 tidak

menyebabkan penurunan emisi Sulfur dioksida, bahkan menyebabkan peningkatan konsentrasi yang cukup signifikan.



Gambar 3. Perbedaan Rata-rata Konsentrasi Sulfur dioksida di Kota Surakarta pada Tahun 2019 dan Tahun 2020 (Sebelum dan Saat Pandemi COVID-19)

Efek utama dari polutan gas Sulfur dioksida pada manusia adalah iritasi pada sistem pernapasan seperti: batuk, sekresi lendir, sulit bernapas, penurunan fungsi paru-paru, dada sesak, perubahan dalam pertahanan paru-paru, dan bahkan penyakit paru-paru kronis untuk paparan jangka panjang dari konsentrasi tinggi Sulfur dioksida. Di atmosfer, gas Sulfur dioksida teroksidasi secara homogen dan heterogen jalur untuk membentuk senyawa sulfat. Dalam proses ini, zat antara (HSO_3) bergabung dengan cepat dengan uap air di atmosfer membentuk aerosol asam sulfat (Daniel, 2014). Ini adalah proses yang menyebabkan gas Sulfur dioksida mudah menjadi asam, yang dapat menyerang selaput lendir

di hidung, tenggorokan dan saluran pernapasan lainnya untuk paru-paru (Martin et al., 2005). Untuk mengurangi dampak buruk yang ditimbulkan oleh gas Sulfur dioksida, perlu dilakukan upaya untuk mengurangi Sulfur dioksida pencemaran gas terhadap lingkungan.

Hasil uji ANOVA memperlihatkan signifikan yang cukup tinggi antara kualitas udara pada tahun 2019 ke tahun 2020 (Tabel 1). Sedangkan parameter nitrogen oksida dan sulfur dioksida juga terlihat signifikan berbeda. Hal ini menunjukkan pengelolaan kualitas udara perlu dilakukan lebih lanjut.

Tabel 1. Hasil Perhitungan ANOVA Kualitas Udara di Kota Surakarta

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	97.429a	3	32.476	11.795	0.003
Intercept	1895.807	1	1895.807	688.533	0
Tahun	36.088	1	36.088	13.107	0.007
Parameter	33.768	1	33.768	12.264	0.008
Tahun * Parameter	27.573	1	27.573	10.014	0.013
Error	22.027	8	2.753		
Total	2015.264	12			
Corrected Total	119.456	11			
a R Squared = .816 (Adjusted R Squared = .746)					

KESIMPULAN

Parameter kualitas udara yang dilihat dalam penelitian ini adalah Nitrogen dioksida dan Sulfur dioksida. Berdasarkan analisis data pada tiga ruas jalan, Nitrogen dioksida cenderung meningkat pada dua ruas jalan di Kota Surakarta. Sementara itu, konsentrasi Sulfur dioksida cenderung menurun dari 2019 ke 2020. Analisis ANOVA menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan ($\text{sig} < 0,05$) pada parameter konsentrasi udara dari 2019 ke 2020.

DAFTAR PUSTAKA

- Adicita, Y., Apritama, M. R., Suryawan, I. W. K., Prajati, G., & Afifah, A. S. (2019, October). Air Quality Monitoring in Industrial Area of Orchard Street, Batam City, based on PM_{2.5} and Carbon Monoxide (CO). In 2019 2nd International Conference on Applied Engineering (ICAE) (pp. 1-5). IEEE.
- Aditama, N. K., Soedwihajono dan R. A. Putri. (2016). Pola Perjalanan Penduduk Pinggiran Menuju Kota Surakarta Ditinjau dari Aspek Spasial dan Aspek Aspaspial. *Asitektura*. 14(1) : 1-7.
- Alvarez, F. E., Argente, D., & Lippi, F. (2020). A simple planning problem for covid-19 lockdown (No. w26981). National Bureau of Economic Research.
- Daniel, V. (2014). *Fundamentals of Air Pollution (Fifth Edition)* (Cambridge: Academic Press/Elsevier) pt 2 chapter 6 6.1.5.3.3.5
- DLH KOTA Surakarta. (2020). Data Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien Tahun 2019.
- DLH KOTA Surakarta. (2021). Data Hasil Pemantauan Kualitas Udara Ambien Dengan Metode Passive Sampler Dlh Kota Surakarta Tahun 2020.
- Ferretti, L., Wymant, C., Kendall, M., Zhao, L., Nurtay, A., Abeler-Dörner, L., ... & Fraser, C. (2020). Quantifying SARS-CoV-2 transmission suggests epidemic control with digital contact tracing. *Science*, 368(6491).
- Hoek, G., Krishnan, R. M., Beelen, R., Peters, A., Ostro, B., Brunekreef, B., & Kaufman, J. D. (2013). Long-term air pollution exposure and cardio-respiratory mortality: a review. *Environmental health*, 12(1), 1-16.
- Ielpo, P., Mangia, C., Marra, G. P., Comite, V., Rizza, U., Uricchio, V. F., & Fermo, P. (2019). Outdoor spatial distribution and indoor levels of NO₂ and SO₂ in a high environmental risk site of the South Italy. *Science of the total environment*, 648, 787- 797.
- Isaifan, R. J. (2020). The dramatic impact of Coronavirus outbreak on air quality: has it saved as much as it has killed so far?. *Global Journal of Environmental Science and Management*, 6(3), 275-288.

- Li, J., Wang, H., Wang, G., Zhai, H., & Wang, G. (2018). Monitoring and environmental analysis of important cities in China- Indochina Peninsula Based on remote sensing data. *Remote Sensing Information*, 33, 71-78.
- Martin, C., Molenat, J., Gascuel-Oudou, C., Vouillamoz, J. M., Robain, H., Ruiz, L., ... & Aquilina, L. (2006). Modelling the effect of physical and chemical characteristics of shallow aquifers on water and nitrate transport in small agricultural catchments. *Journal of Hydrology*, 326(1-4), 25-42.
- May, B. (2020). *World economic prospects monthly. Econ. Outlook*, 44, 1-33.
- McKibbin, W., & Fernando, R. (2021). The global macroeconomic impacts of COVID-19: Seven scenarios. *Asian Economic Papers*, 20(2), 1-30.
- Rana, W., Mukhtar, S., & Mukhtar, S. (2020). Mental health of medical workers in Pakistan during the pandemic COVID-19 outbreak. *Asian journal of psychiatry*, 51, 102080.
- Sagara, M. R. N., Suryawan, I. W. K., & Septiariva, I. Y. (2022). Assessment of Water Quality of Bokor River, Surabaya City as an Effort to Support the Sustainability of Fish Pond Business in the Downstream. *Journal of Sustainable Infrastructure*, 1(1), 8-12.
- Sarwono, A., Ridhosari, B., Sholikhah, I., & Suryawan, I. W. K. (2021). Youtube Sebagai Media Pembelajaran Pencegahan Dampak Penyebaran Virus COVID19. *Jurnal ABDI: Media Pengabdian Kepada Masyarakat*, 7(1), 119-124.
- Sharma, S., Zhang, M., Gao, J., Zhang, H., & Kota, S. H. (2020). Effect of restricted emissions during COVID-19 on air quality in India. *Science of the Total Environment*, 728, 138878.
- Suhardono, S., Nur, A. A. I., Sari, A. N., Alicia, F., Solikhah, I., & Risyafa, Z. A. (2020). The Effectiveness of Car Free Day Activity in Surakarta is Reviewed from the Anthropogenic Results: Waste and Fuel Emissions. *Journal of Global Environmental Dynamics*, 1(1), 28-31.
- Suryawan, I. W. K., Rahman, A., Septiariva, I. Y., Suhardono, S. A. P. T. A., & Wijaya, I. M.W. (2012). Life cycle assessment of solid waste generation during and before pandemic of Covid-19 in Bali Province. *J. of Sustainability Science and Management*, 16(1), 11-21.
- WHO, (2016). WHO global urban ambient air pollution Database.
- Zheng, C., Zhao, C., Li, Y., Wu, X., Zhang, K., Gao, J., ... & Chai, F. (2018). Spatial and temporal distribution of NO₂ and SO₂ in Inner Mongolia urban agglomeration obtained from satellite remote sensing and ground observations. *Atmospheric environment*, 188, 50-5