

POLUSI UDARA MENINGKAT PASCA PANDEMI COVID-19

(STUDI KASUS KOTA SEMARANG)

Hastarini Dwi Atmanti, Raihan Yogi Prakoso

Departemen Ilmu Ekonomi FEB Universitas Diponegoro

Email: hastarinidwiatmanti@live.undip.ac.id

ABSTRAK

Tujuan studi ini adalah untuk menggambarkan fenomena polusi udara di Kota Semarang setelah diberlakukannya pelonggaran kembali aktivitas masyarakat pasca pandemi Covid-19. Metode yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Data yang digunakan adalah data primer berdasarkan pengamatan secara langsung dan data sekunder dari literatur yang relevan. Hasil studi menunjukkan bahwa kepadatan lalu lintas di Kota Semarang telah kembali terjadi pasca pandemi Covid-19. Jumlah kendaraan bermotor yang meningkat serta adanya kendaraan yang buangan gas pembakaran BBMnya tidak sempurna memicu polusi udara di Kota Semarang meningkat. IQAir menunjukkan bahwa pada tahun 2021, kualitas udara di Kota Semarang menurun karena peningkatan aktivitas kendaraan bermotor.

Kata Kunci: polusi udara; kendaraan bermotor; pasca pandemi Covid-19; Kota Semarang

PENDAHULUAN

Akibat penyebaran Covid-19 yang sangat cepat, maka WHO mengeluarkan aturan untuk *social distancing* (Abouk dan Heydari, 2021). Interaksi antar manusia sangat dibatasi. Mayoritas kegiatan dilakukan secara *online*. Banyak negara yang memberlakukan lockdown maupun pembatasan berskala besar secara terbatas (Arfiani dan Azizah, 2021; He et al., 2020). Dampak positif diberlakukannya *social distancing* pada masa pandemi Covid-19 adalah berkurangnya polusi udara (Bao dan Zhang, 2020; Bherwani et al., 2020).

Berkurangnya aktivitas kegiatan ekonomi yang dilakukan dengan interaksi secara langsung menyebabkan polutan berbahaya yang berasal dari industri, transportasi dan lain-lain menyebabkan lingkungan menjadi bersih (Bherwani et al., 2020; Gautam et al., 2021; Sher-Censor, 2015). Polutan berbahaya yang ada di udara adalah karbon monoksida (CO), Nitrogen dioksida (NO₂), chlorofluorocarbon (CFC), sulfur dioksida (SO₂), Hidrokarbon (HC),

Benda Partikulat, Timah (Pb), dan C arbon Diaoksida (CO₂) (Anissa dan Octavya, 2013; Fath, 2021). Aktivitas manusia sebagai salah satu sumber munculnya polusi udara tersebut (Bouble et al., 2015). Polutan udara berbahaya bagi kesehatan manusia baik jangka pendek maupun jangka Panjang (Karagulian et al., 2015; Saxena dan Sonwani, 2019).

Gambar 1. Perubahan Tingkat Polusi Udara di Tujuh Kota Besar di Dunia

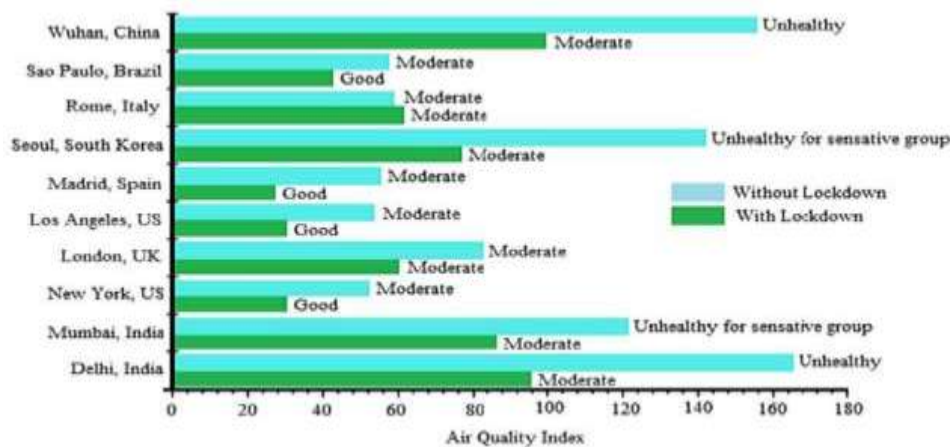


Sumber: Hatta (2020)

Sesuai dengan Gambar 1, menunjukkan bahwa pada Maret 2020, tujuh kota besar di dunia mengalami peningkatan kualitas udaranya. Menurut (Gope et al., 2021) pembatasan aktivitas manusia berdampak pada menurunnya kegiatan sosial dan ekonomi, tetapi meningkatkan kualitas udaranya. Hal ini tersaji pada Gambar 2.

Gambar 2 menunjukkan bahwa kebijakan lockdown di beberapa negara dapat meningkatkan kualitas udaranya. Hal ini erat kaitannya dengan resiko kesehatan yang menurun. Studi Greenpeace Asia Tenggara menemukan bahwa polusi udara dari pembakaran bahan bakar fosil – terutama batu bara, minyak, dan gas akan bertanggung jawab pada sekitar 4,5 juta kematian setiap tahun di seluruh dunia (Farrow et al., 2020). Sebaliknya, jika semakin baik kualitas udaranya, semakin membaik pula kesehatan manusia (Bera et al., 2021).

Gambar 2. Perbandingan Index Kualitas Udara di Beberapa Kota di Dunia



Sumber: Gope et al (2021)

Berbagai upaya untuk membangkitkan kembali perekonomian dunia dilakukan banyak negara. Antara lain pemberlakuan isolasi bagi yang terpapar, pemberian vaksin, pemberlakuan tes Covid-19 sebelum melakukan perjalanan, gerakan cuci tangan, pemberlakuan social distancing dan lain-lain (Alahdal et al., 2020; Xi et al., 2020). Upaya tersebut dilakukan di semua negara, sehingga jumlah penduduk dunia yang terkonfirmasi Covid-19 mulai menurun sejak awal tahun 2021, banyak negara kembali melakukan pelonggaran aktivitas manusia. Sekolah, kantor, tempat niaga, pariwisata mulai WFO (*Work From Office*) kembali (Hussain dan Fusté-Forné, 2021).

Pada saat pelonggaran kembali diberlakukan, kualitas udara kembali memburuk. Wang dan Yang, (2021) mengamati kondisi polusi udara di Nanjing, Cina bahwa SO_2 dan CO kembali meningkat setelah kebijakan *lockdown* mulai dikurangi. Menurut Farrow dan Anhäuser (2021b), yang meneliti kondisi udara di Kota Johannesburg, Provinsi Gauteng, Afrika Selatan, menyatakan bahwa polusi udara yang disebabkan oleh NO_2 kembali meningkat pada tahun 2021. Peningkatannya sebesar 77 % jika dibandingkan periode yang sama pada tahun 2020.

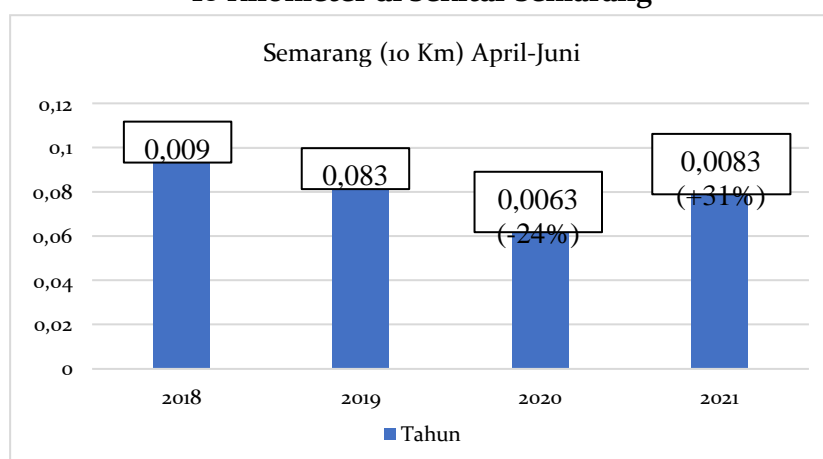
Salah satu sumber polusi udara adalah dari transportasi (Glazener dan Khreis, 2019). Perilaku menjaga diri agar tidak terlarut Covid-19 terus berlanjut meskipun pasca pandemi. Salah satu hal yang dilakukan untuk tidak tertular

adalah dengan berkendara menggunakan kendaraan pribadi. Menurut riset yang dilakukan oleh YouGov pada bulan September 2021, menunjukkan bahwa sebanyak 83 % masyarakat dunia lebih memilih untuk berkendara pribadi setelah masa pandemi (Annur, 2021). Semakin banyak kendaraan pribadi semakin rendah kualitas udaranya (Le Hong dan Zimmerman, 2021).

Kebijakan WFO juga diberlakukan di Indonesia, setelah kasus Covid-19 menurun, hal ini berdasarkan Instruksi Menteri Dalam Negeri Nomor 26 Tahun 2022 Tentang Pemberlakuan Pembatasan Kegiatan Masyarakat Level 3, Level 2, Dan Level 1 *Corona Virus Disease* 2019 Di Wilayah Jawa Dan Bali. Instruksi tersebut menetapkan bahwa pelaksanaan kegiatan pada sektor esensial dan non esensial diberlakukan maksimal 100% (seratus persen) *Work From Office* (WFO) bagi pegawai yang sudah divaksin dan wajib menggunakan aplikasi PeduliLindungi pada pintu akses masuk dan keluar tempat kerja.

Setelah diberlakukan kebijakan *work form office* oleh pemerintah, peningkatan polusi udara pasca pandemi juga terjadi di Indonesia. Selama April-Juni 2021, jumlah kolom atmosfer NO₂ meningkat ini dibandingkan tahun 2020. Kota Jakarta meningkat sebesar 54%, Kota Bandung meningkat 34%, Kota Surabaya meningkat 20%, Kota Medan meningkat 9%, PLTU Cilegon PTIP meningkat 31%, dan PLTU Suralaya meningkat 39% (Farrow & Anhäuser, 2021a).

Gambar 3. Jumlah Kolom Atmosfer NO₂ selama April-Juni dalam Radius 10 Kilometer di Sekitar Semarang



Sumber : Farrow dan Anhäuser (2021a)

Kualitas udara terburuk pada tahun 2021 terjadi di Kota Jakarta. Konsentrasi rata-rata PM_{2.5} tahunan Jakarta tahun 2021 adalah 39,2 g/m³, yang melebihi pedoman WHO lebih dari tujuh kali (IQAir, 2021). Peningkatan polusi udara akibat pulihnya aktivitas masyarakat, kegiatan ekonomi dan diberlakukannya kebijakan *work from office* juga terjadi di Kota Semarang.

Tabel 1. Konsentrasi Rata-Rata PM_{2.5}

| Kota | 2021 | | | | | | | | | | | | 2020 | |
|-----------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | JAN | FEB | MAR | APR | MAY | JUN | JUL | AUG | SEP | OKT | NOV | DES | | |
| Jakarta | 39,2 | 27,9 | 24,3 | 36,2 | 41 | 45,3 | 54,5 | 57,2 | 46,4 | 39,8 | 43,5 | 23,8 | 29,7 | 39,6 |
| Surabaya | 34,8 | 24,5 | 25,2 | 41,9 | 38,9 | 32,4 | 37,2 | 38,6 | 32,9 | 27,7 | 42,9 | 41,6 | 24,1 | 33,4 |
| Bandung | 33,4 | 19,6 | 21,1 | 32,6 | 35 | 49,3 | 42 | 39 | 33,5 | 29,6 | 41,7 | 29,1 | 34,7 | 33,2 |
| Semarang | 28,6 | 23,2 | 16,2 | 31,7 | 26,5 | 25,9 | 22,3 | 39,3 | 27,7 | 26,2 | 35,6 | 31,8 | 32,8 | 28,5 |
| Palembang | 26 | 25,6 | 29,3 | 27,6 | 30,5 | 23,6 | 25,6 | 24,5 | 23,4 | 23,1 | 34,4 | 24,1 | 22 | 23,4 |
| Makassar | 13,5 | 6,8 | 6,4 | - | 16,8 | 14,3 | 14,2 | 17,8 | 16,1 | 16,1 | 16 | 9,2 | 8,6 | 14,6 |

Sumber : IQAir (2021)

Berdasarkan Gambar 3 kolom atmosfer NO₂ sepanjang April-Juni turun 24% pada tahun 2020 (dibandingkan dengan 2019) dan meningkat kembali sebesar 31% pada tahun 2021. Berdasarkan Tabel 1, konsentrasi rata-rata PM_{2.5} terdapat peningkatan kualitas udara antara tahun 2020 dan 2021 di Kota Semarang. Berdasarkan hal tersebut maka Kota Semarang memiliki kualitas udara yang buruk pasca pandemi Covid-19 dan setelah diberlakukannya kebijakan *work form office*. Sesuai dengan latar belakang dan permasalahan diatas maka penulis bertujuan menggambarkan fenomena polusi udara yang meningkat setelah kebijakan WFO pasca pandemi diberlakukan kembali di Kota Semarang.

PEMBAHASAN

Studi ini menggunakan metode deskriptif kualitatif. Menurut Sandelowski (2000), metode deskriptif kualitatif adalah suatu metode yang menggambarkan suatu fenomena yang terjadi. Data yang digunakan adalah data primer melalui pengamatan secara langsung dan data sekunder yang

bersumber dari literatur yang relevan dengan studi yang diangkat. Pengamatan di lapangan dilakukan pada bulan Juli-September 2022.

Pengamatan Greepeace pada bulan April 2021 terhadap polusi udara setelah pelonggaran aktivitas manusia diberlakukan lagi pasca pandemi menemukan suatu fakta bahwa polusi udara meningkat kembali. Pengamatan tersebut menggunakan satelit Sentinel 5-P dengan sensor Tropomi yang mengamati kolom atmosfer (Farrow dan Anhäuser, 2021a).

Pengukuran kualitas udara yang baik diukur dengan satuan polusi per meter kubik udara yang dikenal dengan *particulate matter* atau PM. Menurut Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG), kualitas udara yang sehat jika $PM_{2,5}$ masih di bawah $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dan PM_{10} di bawah $150 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (bmkgo.id, 2022).

Sumber polusi udara menurut EPA (*Environmental Protection Agency*) adalah:

1. Sumber tetap. Sumber polusi yang tetap dari waktu ke waktu, misalnya emisi SO_2 dari cerobong asap PLTU.
2. Sumber bergerak. Sumber polusi dari knalpot kendaraan bermotor.
3. Sumber alam. Sumber polusi dari aktivitas gunung berapi, debu yang ditiup angin (www.epa.gov, 2022).

Kendaraan bermotor yang mulai padat pasca pandemi Covid-19 sebagai salah satu pemicu kembalinya polusi udara. Kendaraan pribadi mendominasi kepadatan lalu lintas. Sebagai upaya lanjutan pasca pandemi, masyarakat lebih merasa aman dan nyaman dengan moda transportasi pribadi (Habib dan Anik, 2021).

Menurut IQAir (2021), Kota Semarang sebagai salah satu kota di Indonesia yang paling berpolusi. Kota Semarang menduduki peringkat keempat dengan konsentrasi rata-rata $PM_{2,5}$ adalah 28,6. Pemicu polusi udara di Kota Semarang adalah gas buang kendaraan bermotor. Sejak dikeluarkan aturan pelonggaran kembali aktivitas masyarakat pada 2021, kendaraan mulai

memadati lalu lintas. Kepadatan lalu lintas tidak hanya terjadi saat hari kerja, tetapi juga terjadi saat *weekend*.

Polusi udara dari kendaraan bermotor selain dari jumlah kendaraan yang padat, juga berasal dari buangan knalpot kendaraan. Gas buangnya berwarna hitam ataupun pekat. Berikut adalah beberapa dokumentasi yang menggambarkan pekatnya asap kendaraan yang melintas.

Gambar 1. Kondisi Kepadatan Lalu Lintas di Kota Semarang



**Kepadatan lalu lintas di Jl. Sriwijaya
Sabtu, 6 Agustus 2022 jam 14.30**



**Kepadatan lalu lintas di Jl. Majapahit
Selasa, 20 September 2022 jam 15.00**

Sumber: dokumentasi pribadi, 2022

Gambar 2 menunjukkan asap yang hitam dari knalpot kendaraan yang melintas. Polusi udara dari knalpot berupa gas CO, NO_x, hidrokarbon, SO_x, Partikulat serta Pb (Anissa dan Octavya, 2013). Menurut Greenstone dan Fan (2019) dan Suryani (2022) peningkatan konsumsi bensin dan solar sebagai bahan bakar fosil menimbulkan polusi PM_{2.5}. Laporan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) menyebutkan bahwa emisi di wilayah perkotaan sebesar 70% - 80 % nya berasal dari kendaraan bermotor (Suryani, 2022).

Gambar 2. Polusi dari Knalpot Kendaraan



Asap tebal dari knalpot bus yang melintas di Jl. dr. Cipto. Sabtu, 27 Agustus 2022, jam 17.28 WIB



Asap tebal dari knalpot bus yang melintas di Jl. Brigjen Sudiarso. Sabtu, 27 Agustus 2022, jam 13.05 WIB



Asap dari knalpot angkot yang melintas di Jl. Tanah Putih. Sabtu, 27 Agustus 2022, jam 11.15 WIB



Asap dari knalpot truk yang melintas di Jl. Majapahit. Sabtu, 27 Agustus 2022, jam 10.45 WIB



Asap dari knalpot motor yang melintas di Jl. Majapahit. Jumat, 19 Agustus 2022, jam 20.35 WIB

Sumber: dokumentasi pribadi, 2022

Tabel 2. Jumlah Kendaraan Bermotor Per Kab/Kota di Provinsi Jawa Tengah 2019-2021 (Unit)

| Kab. / Kota | Jumlah | | |
|-------------------|--------|--------|--------|
| | 2019 | 2020 | 2021 |
| Kab. Cilacap | 787181 | 818330 | 888484 |
| Kab. Banyumas | 757227 | 781434 | 829219 |
| Kab. Purbalangga | 383438 | 397438 | 421846 |
| Kab. Banjarnegara | 344840 | 354695 | 364550 |
| Kab. Kebumen | 510357 | 534564 | 566639 |
| Kab. Purworejo | 316401 | 328293 | 340185 |
| Kab. Wonosobo | 288286 | 300828 | 313310 |
| Kab. Magelang | 493958 | 516960 | 539962 |
| Kab. Boyolali | 506283 | 526578 | 539847 |
| Kab. Klaten | 761078 | 789339 | 817600 |
| Kab. Sukoharjo | 572797 | 592169 | 611541 |

| Kab. / Kota | Jumlah | | |
|----------------------|----------------|----------------|----------------|
| | 2019 | 2020 | 2021 |
| Kab. Wonogiri | 414141 | 430017 | 689950 |
| Kab. Karanganyar | 516046 | 537033 | 622423 |
| Kab. Sragen | 566687 | 584322 | 619133 |
| Kab. Grobogan | 584981 | 612462 | 639943 |
| Kab. Blora | 388247 | 399887 | 521459 |
| Kab. Rembang | 274157 | 280487 | 309672 |
| Kab. Pati | 664382 | 686647 | 718265 |
| Kab. Kudus | 518074 | 536160 | 554246 |
| Kab. Jepara | 631933 | 656786 | 681639 |
| Kab. Demak | 548681 | 564863 | 581045 |
| Kab. Semarang | 525344 | 538717 | 559805 |
| Kab. Temanggung | 288573 | 299176 | 317240 |
| Kab. Kendal | 502234 | 520805 | 539376 |
| Kab. Batang | 335006 | 349832 | 364658 |
| Kab. Pekalongan | 407078 | 415734 | 425290 |
| Kab. Pemalang | 536279 | 560268 | 583768 |
| Kab. Tegal | 608123 | 632854 | 657585 |
| Kab. Brebes | 605648 | 413109 | 798187 |
| Kota Magelang | 106668 | 399887 | 693292 |
| Kota Surakarta | 551607 | 562005 | 845188 |
| Kota Salatiga | 142514 | 146412 | 91971 |
| Kota Semarang | 1651895 | 1693227 | 1875781 |
| Kota Pekalongan | 191093 | 197766 | 222043 |
| Kota Tegal | 178272 | 182612 | 175601 |

Sumber: BPS (2022)

Berdasarkan Tabel 2, jumlah kendaraan bermotor di Kota Semarang lebih banyak dibandingkan dengan wilayah kabupaten maupun kota lain di Provinsi Jawa Tengah. Jumlah kendaraan di Kota Semarang juga mengalami peningkatan dari tahun 2019-2021. Jumlah kendaraan pasca pandemi yaitu 2021 juga mengalami peningkatan. Wang et al (2019) menyatakan bahwa meningkatnya jumlah kendaraan bermotor sebagai pemicu munculnya polusi udara. Dengan bertambahnya kendaraan di Kota Semarang pada 2021, di mana pelanggaran aktivitas masyarakat mengakibatkan polusi meningkat kembali. Hal ini sesuai penelitian Wang dan Yang (2021) yang meneliti meningkatnya polusi udara karena meningkatnya kendaraan di China setelah masa pandemi Covid-19.

Peningkatan polusi udara dapat mengganggu kesehatan. Dampak polusi udara menyebabkan penyakit saluran pernafasan, penyakit jantung, penyakit paru, stroke dan kanker bahkan kematian (Liu et al., 2018; Pandey et al., 2021; Saud & Paudel, 2018). Penyakit yang diakibatkan oleh polusi udara menimbulkan biaya yang tidak sedikit (Fath, 2021). Selain biaya berobat yang meningkat (Mujtaba dan Shahzad, 2021), terdapat biaya lain yang muncul. Biaya tersebut adalah biaya untuk menanggulangi pencemaran udara yang terjadi. Tiongkok mengeluarkan biaya yang cukup besar untuk mengatasi polusi udara sebesar US\$1,58 triliun pada tahun 2017 (Owusu dan Sarkodie, 2020), sedangkan Amerika Serikat mengeluarkan biaya sekitar US\$5,5 - 140,7 Miliar per tahun untuk kematian akibat polusi udara dan sebesar US\$8,9 - 112,5 Juta per tahun untuk pengobatan penyakit akibat polusi udara (Zhang et al., 2020). Kerugian lain yang diakibatkan oleh polusi udara juga terjadi di India. Kerugian yang dialami sebesar 1,38% dari PDBnya (Pandey et al., 2021).

Hubungan antara polusi udara dan PDB diteliti oleh Grossman dan Krueger (1991); Kaufmann et al (1998); Jiang et al (2020) menyatakan bahwa terdapat pola U terbalik kurva Environment Kuznets Curve di negara metropolitan. Hubungan antara pertumbuhan ekonomi dan polusi udara di Kota Semarang memiliki bentuk U terbalik juga. Hal ini sesuai penelitian Santoso et al (2019). Artinya bahwa pada saat PDB meningkat, polusi udaranya juga meningkat, namun pada saat sudah mencapai titik belok, naiknya PDB diikuti menurunnya polusi udara.

PENUTUP

Polusi udara di Kota Semarang dapat membahayakan kesehatan. Kebijakan pelonggaran kembali aktivitas masyarakat pasca pandemi Covid-19 menurunkan kualitas udara di Kota Semarang. Hal ini menimbulkan biaya berobat dan biaya penanggulangan polusi udara serta berkaitan dengan pertumbuhan ekonomi suatu wilayah. Berdasarkan kondisi tersebut diperlukan regulasi untuk mengurangi polusi udara yang berasal dari kendaraan bermotor. Uji emisi terhadap kendaraan bermotor harus dilakukan secara kontinyu. Selain

uji emisi, perlu disediakan moda transportasi umum. Transportasi umum yang disediakan disesuaikan dengan jumlah penduduk, menghubungkan antar wilayah di Kota Semarang, memberikan kenyamanan dan keamanan, tepat waktu serta murah.

DAFTAR PUSTAKA

- Abouk, R., & Heydari, B. (2021). The Immediate Effect of COVID-19 Policies on Social-Distancing Behavior in the United States. *Public Health Reports*, 136(2), 245–252. <https://doi.org/10.1177/0033354920976575>.
- Alahdal, H., Basingab, F., & Alotaibi, R. (2020). An analytical study on the awareness, attitude and practice during the COVID-19 pandemic in Riyadh, Saudi Arabia. *Journal of Infection and Public Health*, 13(10), 1446–1452. <https://doi.org/10.1016/j.jiph.2020.06.015>.
- Anissa, A. A. S., & Octavya, P. E. (2013). Analisis Kualitas TSP Dan Pb Dalam Ruang Pada Perparkiran Basement Dan Upper Ground (Studi Kasus Mall X, Semarang). *DIPOIPTEKS: Jurnal Ilmiah Mahasiswa Undip*, 1(1), 29–33.
- Annur, C. M. (2021, October 13). Riset: Mayoritas Masyarakat Pilih Kendaraan Pribadi Pasca-Pandemi Covid-19. *Databoks*. <https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2021/10/13/riset-mayoritas-masyarakat-pilih-kendaraan-pribadi-pasca-pandemi-covid-19>
- Arfiani, N. D., & Azizah, R. (2021). Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia: Literature Review. *Urnal Penelitian Kesehatan" SUARA FORIKES"*, 12(3), 280–286.
- Bao, R., & Zhang, A. (2020). Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Science of the Total Environment*, 731, 139052. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139052>.
- Bera, B., Bhattacharjee, S., Shit, P. K., Sengupta, N., & Saha, S. (2021). Significant impacts of COVID-19 lockdown on urban air pollution in Kolkata (India) and amelioration of environmental health. *Environment, Development and Sustainability*, 23(5), 6913–6940. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00898-5>.
- Bherwani, H., Nair, M., Musugu, K., Gautam, S., Gupta, A., Kapley, A., & Kumar, R. (2020). Valuation of air pollution externalities: comparative assessment of economic damage and emission reduction under COVID-19 lockdown.

- Air Quality, Atmosphere and Health*, 13(6), 683–694. <https://doi.org/10.1007/s11869-020-00845-3>.
- Bouble, R., DL, F., DB, T., & Stern, A. (2015). *Effects on materials and structures, fundamentals of air pollution*. Academic Press.
- Farrow, A., & Anhäuser, A. (2021a). *Pengukuran Satelit Mengungkapkan, Polusi Udara Beracun NO₂ di Sejumlah Kota Besar di Indonesia Meningkatkan Pada Tahun 2021*.
- Farrow, A., & Anhäuser, A. (2021b). *Satellite Data Reveal Global Air Pollution Rebound One Year After First Covid-19 Lockdowns*, pp 37. ` , 1–23.
- Farrow, A., Miller, K. A., & Myllyvirta, L. (2020). Toxic Air: The Price of Fossil Fuels. *Greenpeace Southeast Asia, February*, 1–44.
- Fath, M. A. (2021). Pengaruh Kualitas Udara dan Kondisi Iklim terhadap Perekonomian Masyarakat (Literature Review). *Media Gizi Kesmas*, 10(2), 329–324. <https://doi.org/10.20473/mgk.v10i2.2021.329-342>.
- Gautam, A. S., Dilwaliya, N. K., Srivastava, A., Kumar, S., Baudh, K., Siingh, D., Shah, M. A., Singh, K., & Gautam, S. (2021). Temporary reduction in air pollution due to anthropogenic activity switch-off during COVID-19 lockdown in northern parts of India. *Environment, Development and Sustainability*, 23(6), 8774–8797. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00994-6>.
- Glazener, A., & Khreis, H. (2019). Transforming Our Cities: Best Practices Towards Clean Air and Active Transportation. *Current Environmental Health Reports*, 6(1), 22–37. <https://doi.org/10.1007/s40572-019-0228-1>.
- Gope, S., Dawn, S., & Das, S. S. (2021). Effect of COVID-19 pandemic on air quality: a study based on Air Quality Index. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(27), 35564–35583. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14462-9>.
- Greenstone, M., & Fan, Q. (Claire). (2019). Kualitas udara Indonesia yang memburuk dan dampaknya terhadap harapan hidup. In *Air Quality Life Index*. The University of Chicago. <https://aqli.epic.uchicago.edu/wp-content/uploads/2019/03/Indonesia.Indonesian.pdf>.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement* (Issue 3914).
- Habib, M. A., & Anik, M. A. H. (2021). Impacts of COVID-19 on Transport Modes and Mobility Behavior: Analysis of Public Discourse in Twitter.

Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board, 036119812110299. <https://doi.org/10.1177/03611981211029926>.

- Hatta, R. T. (2020). *Polusi Udara Sejumlah Negara Turun Saat Pandemi Corona, Bagaimana Indonesia?* <http://www.liputan6.com>. Diakses tanggal 4 September 2022.
- He, G., Pan, Y., & Tanaka, T. (2020). The short-term impacts of COVID-19 lockdown on urban air pollution in China. *Nature Sustainability*, 3(12), 1005–1011. <https://doi.org/10.1038/s41893-020-0581-y>.
- Hussain, A., & Fusté-Forné, F. (2021). Post-Pandemic Recovery: A Case of Domestic Tourism in Akaroa (South Island, New Zealand). *World*, 2(1), 127–138. <https://doi.org/10.3390/world2010009>.
- IQAir. (2021). *World Air Quality Report*.
- Jiang, M., Kim, E., & Woo, Y. (2020). The relationship between economic growth and air pollution—a regional comparison between China and South Korea. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2761. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082761>.
- Karagulian, F., Belis, C. A., Dora, C. F. C., Prüss-Ustün, A. M., Bonjour, S., Adair-Rohani, H., & Amann, M. (2015). Contributions to cities' ambient particulate matter (PM): A systematic review of local source contributions at global level. *Atmospheric Environment*, 120, 475–483. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2015.08.087>.
- Kaufmann, R. K., Davidsdottir, B., Garnham, S., & Pauly, P. (1998). The determinants of atmospheric SO₂ concentrations: reconsidering the environmental Kuznets curve. *Ecological Economics*, 25(2), 209–220. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00181-X](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00181-X).
- Le Hong, Z., & Zimmerman, N. (2021). Air quality and greenhouse gas implications of autonomous vehicles in Vancouver, Canada. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 90(December 2020), 102676. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102676>.
- Liu, W., Xu, Z., & Yang, T. (2018). Health effects of air pollution in china. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(7), 1471. <https://doi.org/10.3390/ijerph15071471>.
- Mujtaba, G., & Shahzad, S. J. H. (2021). Air pollutants, economic growth and public health: implications for sustainable development in OECD

- countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(10), 12686–12698. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-11212-1>.
- Owusu, P. A., & Sarkodie, S. A. (2020). Global estimation of mortality, disability-adjusted life years and welfare cost from exposure to ambient air pollution. *Science of the Total Environment*, 742(2), 140636. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.140636>.
- Pandey, A., Brauer, M., Cropper, M. L., Balakrishnan, K., Mathur, P., Dey, S., Turkugulu, B., Kumar, G. A., Khare, M., Beig, G., Gupta, T., Krishnankutty, R. P., Causey, K., Cohen, A. J., Bhargava, S., Aggarwal, A. N., Agrawal, A., Awasthi, S., Bennitt, F., ... Dandona, L. (2021). Health and economic impact of air pollution in the states of India: the Global Burden of Disease Study 2019. *The Lancet Planetary Health*, 5(1), e25–e38. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(20\)30298-9](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(20)30298-9).
- Sandelowski, M. (2000). Focus on Research Methods Whatever Happened to Qualitative Description? *Research in Nursing & Health*, 23(4), 334–340. [https://doi.org/10.1016/S0009-9260\(05\)82940-X](https://doi.org/10.1016/S0009-9260(05)82940-X).
- Santoso, K. B., Hakim, L., Ningrum, E. R., & Widyatmanti, W. (2019). Studi Temporal Pertumbuhan Ekonomi Dan Polusi Udara. Studi Kasus: DKI Jakarta, Semarang, Dan Surabaya Pada Tahun 2005-2015. *Jurnal Meteorologi Klimatologi Dan Geofisika*, 5(2), 54–70. <https://doi.org/10.36754/jmkg.v5i2.59>.
- Saud, B., & Paudel, G. (2018). The Threat of Ambient Air Pollution in Kathmandu, Nepal. *Journal of Environmental and Public Health*, 2018. <https://doi.org/10.1155/2018/1504591>.
- Saxena, P., & Sonwani, S. (2019). Criteria Air Pollutants and their Impact on Environmental Health. In *Criteria Air Pollutants and their Impact on Environmental Health*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-9992-3>.
- Sher-Censor, E. (2015). The Challenges of Israeli Adolescent Girls: Gender Differences in Observed Autonomy and Relatedness in Adolescent-Mother Interactions. *Sex Roles*, 72(3–4), 150–162. <https://doi.org/10.1007/s11199-015-0445-5>.
- Suryani, A. S. (2022). Polusi Udara di Wilayah Perkotaan Pndonesia. *Isu Sepekan Bidang Ekkuinbang Komisi IV, Pusat Penelitian Badan Keahlian Sekretariat Jenderal DPR RI*.
- Wang, J., Wu, Q., Liu, J., Yang, H., Yin, M., Chen, S., Guo, P., Ren, J., Luo, X., Linghu, W., & Huang, Q. (2019). Vehicle emission and atmospheric

- pollution in China: Problems, progress, and prospects. *PeerJ*, 7, e6932.
<https://doi.org/10.7717/peerj.6932>.
- Wang, Q., & Yang, X. (2021). How do pollutants change post-pandemic? Evidence from changes in five key pollutants in nine Chinese cities most affected by the COVID-19. *Environmental Research*, 197, 111108.
<https://doi.org/10.1016/j.envres.2021.111108>.
- Xi, C. S., He, B., Mu, D., Li, P. L., Zhao, H. T., Li, Z. L., Zhang, M. L., Feng, L. Z., Zheng, J. D., Cheng, Y., Cui, Y., & Li, Z. J. (2020). Public Awareness and Mask Usage during the COVID-19 Epidemic: A Survey by China CDC New Media. *Biomedical and Environmental Sciences*, 33(8), 639–645.
<https://doi.org/10.3967/bes2020.085>.
- Zhang, Y., Yang, P., Gao, Y., Leung, R. L., & Bell, M. L. (2020). Health and economic impacts of air pollution induced by weather extremes over the continental U.S. *Environment International*, 143, 105921.
<https://doi.org/10.1016/j.envint.2020.105921>.