

Gmail

forikes

X

Aktif

un4ir

Email

Kotak Masuk

479

Berbintang

Ditunda

Terkirim

Draf

21

EET

Selengkapnya

Chat

+

Ruang

+

Rapat

1 dari 5

Subagyo

<admin@forikes-ejournal.com>

Sen, 29 Mar 13.17

kepada saya

Inggris

Indonesia

Terjemahkan pesan

Nonaktifkan untuk: Inggris

The following message is being delivered on behalf of Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES"

Novi Dian Arfiani:

We have reached a decision regarding your submission to Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES" (Journal of Health Research "Forikes Voice"), "Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia: Literature Review".

Our decision is to: ACCEPT SUBMISSION

NOTE:

--- Please LOGIN with your USERNAME and PASWORD

--- Go to your active title of article

--- Click pay to publish

<http://dx.doi.org/10.33846/sf11101>

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di

Asia: Literature Review

Novi Dian Arfiani¹, *R.Azizah¹

¹Department of Environmental Health, Universitas Airlangga

Correspondence : R. Azizah
Email : [email: azizah@fkm.unair.ac.id](mailto:azizah@fkm.unair.ac.id)

ABSTRACT

COVID-19 was first detected in December 2020 in Wuhan, China. The spread of COVID-19 infection increased in China and it has spread to many countries with high number of cases. Various strategies were carried out to prevent increasing these cases, one of the implemented methods was lockdown or restriction of community activities. As a result of lockdown implementation or restriction of community activities, there was air quality improvement in many regions because of decreasing industrial and transportation activities. The Chinese community was able to reduce their travel or activity during a lockdown and the concentration of air pollutants such as SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, and CO were decreasing in China. The implementation of lockdown is also able to reduce air pollution in many big cities in India by 50%. Besides, lockdown in Pakistan also has an impact on air quality. The level of AQI (Air Quality Index) in Pakistan was in the good to moderate category during the lockdown, the concentration of NO and SO₂ have also decreased. But, the same thing did not happen in Indonesia, the implementation of Large-Scale Social Restrictions was able to reduce the density of HCHO, NO₂, and SO₂ in March 2020, but this decreasing did not show a significant difference between before and after the implementation of PSBB, because of the community activities did not decrease significantly. The implementation of lockdown or activities restriction to reduce the spread of COVID-19 cases can also decrease air pollution in several countries in Asia. Lockdown and activity restriction could reduce industrial activities and transportation movement, so air pollution could also reduce.

Keywords : COVID-19, lockdown, air pollution, air quality, Asia.

ABSTRAK

COVID-19 pertama kali terdeteksi pada Desember 2020 di Wuhan, Cina. Penyebaran infeksi COVID-19 terus meningkat di Cina dan dalam waktu singkat menyebar ke berbagai negara dengan jumlah kasus yang tinggi. Berbagai strategi dilakukan untuk mencegah peningkatan kasus, salah satu cara yang diterapkan yaitu lockdown atau pembatasan aktivitas masyarakat. Akibat penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas ini, dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara di berbagai wilayah karena berkurangnya kegiatan industri dan transportasi. Masyarakat Cina mampu mengurangi tingkat perjalanan atau aktivitasnya selama penerapan lockdown. Selama diterapkannya Lockdown, konsentrasi pencemar udara seperti SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ dan CO menurun di Cina. Penerapan lockdown juga mampu mengurangi polusi udara di kota – kota besar India hingga 50%. Selain itu, lockdown di Pakistan juga memberikan dampak terhadap kualitas udara, diketahui level AQI (Air Quality Index) dalam kategori baik hingga sedang selama masa lockdown, NO dan SO₂ juga mengalami penurunan konsentrasi. Hal yang sama tidak terjadi di Indonesia, adanya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), dapat menurunkan densitas HCHO, NO₂, dan SO₂ pada bulan Maret tetapi penurunan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkannya PSBB, karena aktivitas masyarakat juga tidak berkurang secara signifikan. Penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara di beberapa negara di Asia. Adanya lockdown dan pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang.

Kata Kunci : COVID-19, lockdown, polusi udara, kualitas udara, Asia.

PENDAHULUAN

Masyarakat Cina, tepatnya di provinsi Guangdong pada bulan November tahun 2002 diserang oleh virus yang saat ini dikenal dengan nama *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) yang disebabkan oleh virus SARS-CoV. Virus ini merupakan anggota dari Beta-coronavirus. Penderita mengalami pneumonia dan cedera alveolar yang menyebabkan *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS). Penyakit yang berawal dari provinsi Guangdong, Cina ini menyebar dengan cepat ke negara lain, setelah beberapa bulan kasus meningkat sangat pesat menjadi 8.096 kasus dengan 774 kematian yang tersebar di 26 negara. Setelah itu, infeksi corona dari subkelompok beta-coronavirus juga dideteksi di Jeddah, Saudi Arabia pada tanggal 13 Juni 2012. Mayoritas kasus infeksi Coronavirus ini dilaporkan berada di wilayah Mediterania Timur (*The Eastern Mediterranean*), sehingga dinamakan dengan *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus* (MERS-CoV) (1). Sebagian besar infeksi berada di Arab Saudi dengan tingkat kematian 38,7%, tetapi penyebaran virus sangat cepat sehingga menyerang berbagai negara selain Uni Emirat Arab seperti Qatar, Bahrain, Kuwait, Jordan, and Tunisia (1,2). Infeksi yang terjadi di luar wilayah Timur Tengah banyak berawal dari orang – orang yang memiliki riwayat perjalanan ke Timur Tengah. Individu yang terinfeksi, dapat mengalami pneumonia, gagal ginjal, dan ARDS seperti gejala SARS-coronavirus (3). Virus ini bahkan menginfeksi lebih dari 2.428 orang dan menyebabkan 838 kematian.

Infeksi Coronavirus kembali melanda masyarakat Cina tepatnya di Wuhan, Provinsi Hubei, pada Desember 2019. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, wabah ini merupakan wabah virus corona yang ketigakalanya setelah sebelumnya terjadi wabah SARS-CoV dan MERS-CoV. Pemerintah Cina melaporkan kepada World Health Organization (WHO) adanya penyakit yang menyerang warga Wuhan dengan gejala pneumonia yang belum diketahui penyebabnya. Kasus tersebut berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan yang menjual hewan hidup seperti kelelawar, katak, ular, burung, marmut dan kelinci. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) Republik Rakyat Cina, pada tanggal 7 Januari 2020 menganalisis sampel pernafasan dari penyakit tersebut dan mendokumentasikan bahwa pneumonia yang berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan, Cina tersebut merupakan virus baru yang dinamakan 2019-nCoV (4,5). Namun, setelah dilakukan penyelidikan lebih lanjut beberapa warga yang terinfeksi tidak memiliki riwayat perjalanan ke Hunan *Seafood Market*. Penyelidikan terus dilakukan, pada tanggal 11 Februari 2020, *International Committee on Taxonomy of Virus* memberikan nama terhadap virus ini sebagai *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2), di hari yang sama WHO memberikan nama terhadap virus ini yaitu Coronavirus disease-19 (COVID-19).

Gejala klinis penderita COVID-19 bervariasi tergantung dari tingkat keparahan. Umumnya pasien COVID-19 mengalami gejala panas, sesak nafas, batuk, radang tenggorokan, hidung tersumbat, malaise, dan sakit kepala atau gejala lainnya yang sangat mirip dengan gejala penyakit pernafasan (6). Individu dengan riwayat penyakit penyerta lainnya dapat memperparah keadaan pasien COVID-19, seperti penyakit kardiovaskular, hipertensi, diabetes, dan usia pasien juga sangat berpengaruh. Pasien dengan usia yang lebih muda akan memiliki kemungkinan tingkat kesembuhan yang tinggi dibandingkan dengan pasien usia tua disertai dengan penyakit lainnya yang dapat memperparah keadaan pasien sehingga membutuhkan perawatan yang intensif (7).

CDC (8) mengeluarkan beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah individu dari infeksi SARS-CoV-2 yaitu tidak menyentuh wajah, hidung dan mulut dengan tangan karena tangan dapat menjadi sumber infeksi, menghindari kontak dekat dengan orang lain karena individu yang terinfeksi tanpa menunjukkan gejala dapat menyebarkan virus, melakukan karantina mandiri atau berada didalam rumah apabila dalam keadaan tidak sehat, menerapkan etika batuk atau bersin yang benar yaitu dengan menutup mulut atau hidung ketika bersin atau batuk menggunakan tisu kemudian membuangnya dengan benar, menjaga jarak dengan orang lain minimal 1 meter, membersihkan dan melakukan desinfeksi pada permukaan benda yang sering disentuh, mencuci tangan selama 40 – 60 detik menggunakan sabun dan air atau menggunakan *handsanitizer* dengan kandungan alkohol minimal 60% .

SARS-CoV-2 dapat ditularkan melalui berbagai cara. Menurut WHO (9) ada beberapa transmisi SARS-CoV-2 yaitu transmisi kontak, *droplet* dan fomit. Penularan melalui kontak dan *droplet* dapat terjadi ketika individu melakukan kontak langsung, kontak tidak langsung atau kontak dengan sekret yang dikeluarkan oleh penderita saat batuk atau bersin. Penularan juga dapat terjadi ketika *droplet* yang dikeluarkan oleh individu yang terinfeksi mengkontaminasi permukaan benda sehingga disebut fomit (permukaan yang terkontaminasi). Daya hidup SARS-CoV-2 di permukaan benda bervariasi tergantung dengan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan dan jenis permukaannya. Apabila permukaan yang terkontaminasi tersebut disentuh oleh orang lain kemudian individu tersebut menyentuh mulut, mata atau hidung maka orang tersebut akan terinfeksi.

Kasus COVID-19 dengan sangat cepat menyebar ke berbagai negara di dunia. Kementerian Kesehatan, Tenaga Kerja dan Kesejahteraan Jepang, melaporkan kasus pertama COVID-19 pada tanggal 15 Januari 2020, kemudian pada tanggal 20 Januari 2020 National IHR *Focal Point* Korea juga melaporkan kasus pertama

COVID-19 di negaranya, pada akhir Januari 2020 dilaporkan 7.734 kasus positif di Cina dan 90 kasus dari negara lain seperti Thailand, Jepang, Malaysia, Iran, Italia, India, USA, Kanada, Taiwan, Vietnam, Perancis, Nepal, Kamboja, Jerman, Singapura, Korea, United Emirates Arab, Sri Lanka, Filipina, Australia and Finlandia. Penyebaran virus yang cepat membuat kasus terus meningkat, hingga tanggal 30 Januari 2020 WHO mendeklarasikan wabah novel coronavirus (2019-nCoV) sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC) (10). Melihat tingkat keparahan dan penyebaran virus ini, pada tanggal 11 Maret 2020, WHO menyatakan COVID-19 sebagai pandemi.

Jumlah kasus COVID-19 yang terdeteksi sudah melebihi 2,3 juta kasus dari 200 negara lebih di dunia. Berbagai strategi dilakukan oleh pemerintah masing – masing negara di dunia untuk mencegah peningkatan kasus COVID-19. *Lockdown* merupakan salah satu cara yang diterapkan oleh pemerintah untuk mencegah penyebaran kasus. Pemerintah pusat China dan diikuti oleh negara lainnya mencoba menerapkan *lockdown* sebagai langkah membatasi penyebaran kasus. Penerapan *lockdown* tersebut sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor seperti, kegiatan industri, toko – toko, perkantoran, dan transportasi berhenti beroperasi. Aktivitas dan kegiatan industri yang berkurang drastis, berdampak pada berkurangnya emisi antropogenik di atmosfer yang dapat meningkatkan kualitas udara, terutama di kota – kota industri dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. populasi penduduk yang tinggi membuat permintaan makanan, layanan, listrik, rumah, pemakaian kendaraan juga meningkat sehingga polutan udara yang dihasilkan juga akan meningkat. Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi yaitu Cina, India, Indonesia dan Pakistan (11). Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi seperti India, Pakistan dan Cina merupakan negara – negara yang masuk dalam 30 daftar negara paling tercemar di Asia.

Pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi Covid-19 dan berhentinya berbagai kegiatan ekonomi, termasuk beberapa sektor industri, telah berkontribusi pada penurunan emisi global. Pusat Penelitian Energi dan Udara Bersih (CREA) merilis bahwa emisi CO₂ dunia tercatat mengalami penurunan hingga 17% akibat karantina Covid-19 yang diterapkan di berbagai negara. Hampir setengah (43%) dari penurunan emisi global selama puncak *lockdown* berasal dari sektor transportasi dan industri, terutama kendaraan bermotor dan pabrik manufaktur komersial. Adanya kebijakan pembatasan sosial dan *lockdown* di beberapa negara juga berdampak positif bagi keanekaragaman hayati flora dan fauna. Berdasarkan laporan organisasi nirlaba Plantlife, berbagai jenis tanaman dan bunga terlihat tumbuh lebih banyak daripada biasanya. Efeknya, kehadiran hewan seperti burung, kupu-kupu, dan lebah di taman pun kian marak. Namun, kondisi pandemi ini berdampak pada meningkatnya timbunan sampah, terutama sampah plastik dan sampah medis. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia menyebutkan bahwa sampah plastik domestik meningkat dari 1-5 menjadi 5-10 gram per hari per individu karena pandemi Covid-19. Selain itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat kenaikan produksi limbah medis saat ini sebanyak 290 ton limbah medis per hari. Sampah plastik tersebut sebagian besar berasal dari penggunaan plastik sekali pakai dari makanan yang dikemas, sedangkan sampah medis berasal dari peralatan medis dan Alat Pelindung Diri (APD) (12).

Polusi udara adalah zat yang berada di udara yang secara signifikan mengubah komposisi udara (13). Polusi udara di negara – negara berkembang umumnya berkaitan dengan kadar NO₂, PM_{2.5}, dan PM₁₀ yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan antropogenik, terutama terkait polusi transportasi. *Air Quality Guidelines* (AQG) dari WHO menetapkan lima parameter polutan udara yang terdiri dari NO₂, ozon atau O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan sulfur dioksida (SO₂) (14). *Particulate Matter* dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer disebut PM_{2.5} yang dapat dihasilkan langsung dari proses pembakaran (PM Primer) dan juga dapat dihasilkan dari konversi gas menjadi partikel. Gas yang dihasilkan oleh kendaraan dan industri sangat erat kaitannya dengan konsentrasi PM_{2.5} di udara (15). *Particulate Matter* dengan diameter 10 mikrometer atau kurang disebut dengan PM₁₀, biasanya ditemukan di asap rokok dan debu jalan yang tidak diaspal, asap, industri, knalpot dan mobil (16). Konsentrasi Sulfur dioksida (SO₂) terutama ditemukan di negara dengan tingkat industri dan lalu lintas yang padat khususnya negara yang menggunakan bahan bakar mengandung sulfur seperti batu bara (14). Ozon (O₃) dihasilkan dari reaksi kimia antara senyawa organik yang mudah menguap tetapi tidak dipancarkan langsung ke udara, reaksi ini dapat diproduksi dari hasil polutan yang dipancarkan oleh kendaraan, pembangkit listrik, dan pabrik kimia (17). Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan polutan udara yang terdiri dari Nitrogen dan Oksigen (18). Polutan ini dapat terbentuk dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, gas atau solar pada suhu tinggi misalnya hasil dari polusi lalu lintas. Oleh karena itu, kelima polutan udara (NO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan SO₂) memiliki konsentrasi yang tinggi pada negara dengan kegiatan industri, dan aktivitas masyarakat yang tinggi seperti China, India, Pakistan dan Indonesia. Beberapa kota dengan aktivitas masyarakat yang tinggi dilaporkan mengalami perubahan udara yang lebih bersih dan juga langit yang lebih cerah dibandingkan sebelum *lockdown* diterapkan. Penurunan tingkat NO₂ dilaporkan terjadi di Kuala Lumpur, Manila dan Bangkok, seiring dengan diterapkannya *lockdown* (19).

Literatur review ini bertujuan untuk melihat perubahan konsentrasi polusi udara ketika diterapkan *lockdown* di Asia. Cina, India, Pakistan dan Indonesia sebagai negara dengan populasi penduduk yang paling tinggi di Asia dipilih untuk mewakili perubahan konsentrasi polusi udara di Asia. *Literatur review* ini mencoba menjawab pertanyaan berikut : apakah penerapan *lockdown* memberikan dampak penurunan

konsentrasi polusi udara di Asia yang diwakilkan oleh Cina, India, Pakistan dan Indonesia, dimana negara – negara ini merupakan negara dengan tingkat populasi penduduk yang tinggi.

METODE

Metode yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu mencari studi pustaka secara sistematis dengan beberapa strategi seperti pemilihan kata kunci sumber atau jurnal yang berkaitan perubahan konsentrasi polusi udara selama *lockdown* atau pembatasan aktivitas akibat pandemi COVID-19 pada beberapa negara di Asia. Manuskrip ini melakukan pencarian literatur di mesin pencari seperti Researchgate, Sciencedirect, Springer, Global Journal of Environmental Science and Management dan Pubmed untuk mengunduh beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Sumber pustaka yang digunakan merupakan pustaka terbaru yang dipublikasikan paling lambat 5 tahun terakhir. Sumber pustaka dapat berasal dari buku, laporan penelitian, artikel dan review artikel yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Kata kunci yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu “*history of COVID-19 in China and Impact of lockdown on air pollution in China*”, terdapat sekitar 15.300.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in India and impact of lockdown on air pollution in India*”, terdapat sekitar 10.700.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in Pakistan and impact of lockdown on air pollution in Pakistan*”, terdapat sekitar 3.850.000 hasil pencarian, dan “*history of COVID-19 in Indonesia and Impact of lockdown on air pollution in Indonesia*”, terdapat sekitar 2.720.000 hasil pencarian. Setelah menganalisa berbagai sumber pustaka yang ditemukan, *literature review* ini akan membahas 35 sumber termasuk buku, laporan penelitian, dan artikel ilmiah.

HASIL

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia

Penelitian ini meneliti terkait Pengaruh Lockdown dan pembatasan aktivitas fisik selama pandemi di Asia disajikan pada Tabel 1. penelitian hanya dibatasi pada Negara Asia dimana terdiri dari Negara Indonesia, China, India, Pakistan, Telah banyak penelitian yang membahas dampak lockdown terhadap Indeks Kualitas Udara.

Tabel 1. Ringkasan lokasi penelitian yang dilaporkan dalam literatur

Authors	Research Title	Population	Method	Result	Conclusion
Bao R, Zhang A (19)	Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China	The research was analyzing 44 cities in Cina	Daily data of 24 hours for AQI (Air Quality Index), PM ₁₀ , PM _{2.5} , and CO was collected from real-time monitoring result in the MEE (http://datacenter.mee.gov.cn/)	The analysis result showed a decrease in AQI around 7.80% during the lockdown period compared to usual days. The concentration of five other air pollutants such as SO ₂ was decreasing around 6.76%, PM _{2.5} around 5.93%, PM ₁₀ around 13.66%, NO ₂ around 24.67%, and CO around 4.58%.	The conclusion of this research was human activities such as reducing the movement of unimportant individuals activities can improve air quality.
Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T (21)	Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city	This research analyzed air quality in Wuhan, China.	Daily data for the Air Quality Index (AQI) from January 1 st , 2016 to February 31 st , 2020, have been collected from Wuhan Ecology and Environment Bureau (http://hbj.wh.gov.cn/). Hubei observation data were collected from China National Environmental Monitoring Center (http://www.cnemc.cn/).	The research result showed a decrease on AQI level after the lockdown was implemented in Wuhan. The average AQI in Wuhan decreased around 47.5% compared to the same period in 2015 to 2019. Besides, there was a reduction in PM ₁₀ concentration around 40.2%, and NO concentration also got a decreasing around 53, 33%.	The results of this study indicated an increase on air quality during the lockdown period. The highest decrease was in the concentration of NO ₂ , and PM ₁₀ and PM _{2.5} .
Mahato S, Ghosh KG (24)	Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2	This study analyzed the impact of lockdown on air pollution in 10 cities in India (Delhi, Ghaziabad, Faridabad, Gurugram, Noida, Muzaffarnagar, Bulandshahr,	The air pollution data were collected from data on the air quality web portal (https://app.cpcbcr.com/AQI_India/).	The study result showed there was an increase on air quality in Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar, and Ghaziabad cities more than 50%, in the first 3 weeks of lockdown compared to 2 weeks before the lockdown was applied, and all cities showed improvement on air	The lockdown was implemented to reduce the spread of COVID-19 infection has reduced air pollution concentration compared to the last 2-5 years,

		Greater Noida, Jind, and Bhiwadi).		quality more than 37% in the first lockdown compared with before lockdown.	especially in industrial cities.
Shehzad K, Sarfraz M, Shah SGM (25)	The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown	This study analyzed air quality in Delhi and Mumbai cities.	Data was taken from the European Space Agency (ESA) and CPCB online portal.	The analysis result showed a decrease on NO ₂ level during the lockdown period in Delhi city. level of NO ₂ before lockdown was 65 ug / m ³ , after lockdown was applied the levels decreased significantly to 12 to 25 (ug / m ³). Mumbai city also showed a reduction in the level of NO ₂ during lockdown.	The conclusion from this study was lockdown can have a good impact on air quality in India.
Awais M, Wei L, Ajmal M, Ashraf MU (30)	Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan	Air pollution concentration were observed in several cities in Pakistan, (Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, and Karachi)	data was collected from result observation was done by NASA using Sentinel-5p satellite	This study results showed a reduction in NO ₂ levels, Peshawar city has decreased around 45%, Lahore was 49%, Multan was 20%, Islamabad was 56%, and Karachi was 35%.	implementation of lockdown by limiting individual activities, transportation, industrial activities and others, can have a good impact in air pollution, especially in city with large economic activities.
Shareef A, Hashmi DR	Impacts of COVID-19 Pandemic on Air Quality Index (AQI) During Partial Lockdown in Karachi Pakistan	Air pollution analysis was doing in 14 different locations along Karachi road, Pakistan.	Air pollution monitoring was carried out by using UV Fluorescent SO ₂ Analyzer Model AF22 M, NO-NO _x Analyzer Model AC 32M, and Snifit CO Analyzer (Model 50). AQI determination (Air Quality Index) was based on the US-EPA (US-EPA, 2012).	The results of data analysis showed AQI (Air Quality Index) level of air pollution was moderate and good during the partial lockdown period. concentrations of PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO ₂ also have a significant reduction during partial lockdown compared to the last 5 years.	Partial lockdown had an impact on air quality.
WibowoYG, Ramadan BS, Desviona N, Edison (34)	<i>Air Quality Impact</i> during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area)	This study analyzed air pollution change in Jambi, Jakarta, and Surabaya city.	This study used data that was collected from the world Air Quality Index.	The study result showed there was no significant change on PM _{2.5} concentrations during the COVID-19 pandemic (18 days of monitoring in May 2020) in Jakarta, Surabaya, and Jambi city.	The conclusion of this study was there is a correlation between the COVID-19 pandemic and air quality.
Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, Gio PU, Chen RC, Toharudin T, Pardamean B (12)	Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia	This study learned about environmental changes in Jakarta, East Java, West Java, Central Java, and South Sulawesi.	Data were collected from Copernicus Sentinel -5 Precursor (Sentinel-5P) using TROPOspheric Monitoring Instrument (TROPOMI).	The study result showed no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentrations before and after the implementation of large-scale social activity restrictions.	In general, there were no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentration during activity restriction. So it was better if the large-scale restriction was applied or did activities as usual and implemented health protocols.

DISKUSI

Sejarah COVID-19 di China dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di China. Infeksi SARS-CoV-2 yang berawal dari Wuhan, Provinsi Hubei, sangat cepat menyebar ke berbagai daerah di Cina. Kasus COVID-19 yang semakin meningkat membuat pemerintah Cina menerapkan *lockdown* sebagai langkah untuk mengurangi penyebaran virus. Penerapan *lockdown* pertama kali di Wuhan terjadi pada tanggal 23 Januari 2020 (20). *Lockdown* tersebut merupakan upaya sanitasi kordon terbesar dalam sejarah. Adanya *lockdown* membuat berhentinya berbagai aktivitas penduduk, penutupan pabrik, dan pelarangan perjalanan masuk dan keluar kota yang tidak penting. Larangan perjalanan pun diterapkan di 207 kota (termasuk ibu kota provinsi dan kota subprovinsi) pada tanggal 12 Februari 2020 di Cina. Pemberhentian layanan bus juga dilakukan di Tiongkok pada tanggal 28 Januari 2020. Selama penerapan *lockdown* (23 Januari hingga 15 Februari 2020) mampu mengurangi tingkat perjalanan masyarakat Cina, hal ini dapat dibuktikan dengan data dari Baidu Migration bahwa terjadi penurunan orang yang melakukan perjalanan keluar masuk Wuhan hingga 91,6% dibandingkan dengan tahun 2019 selama periode yang sama (27). Penurunan aktivitas, kegiatan industri dan kegiatan lainnya dapat memberikan dampak positif terhadap penurunan polusi di udara. Menurut analisis data empiris yang diterangkan dalam Bao dan Zhang (20), terjadi penurunan tingkat emisi polusi udara secara signifikan selama diterapkan pembatasan perjalanan pada 44 kota di China. AQI menunjukkan penurunan sebesar 7,80% dan konsentrasi lima pencemar udara juga menurun, SO₂ menurun sebesar 6,76%, PM_{2.5} sebesar 5,93%, PM₁₀ sebesar 13,66%, NO₂ sebesar 24,67% dan CO sebesar 4,58%. Tidak mudah untuk menghentikan mobilisasi secara total, tetapi pengurangan aktivitas individu yang tidak penting mampu meningkatkan kualitas udara.

Penelitian terhadap konsentrasi polusi udara di Cina juga dilakukan oleh Cole, *et. al.* (28), dalam penelitiannya dijelaskan bahwa penurunan polusi udara sangat bermacam – macam selama *lockdown*. Sebelum diterapkan *lockdown* konsentrasi NO₂ di China mendekati batas maksimal kesehatan menurut WHO, namun setelah penerapan *lockdown* konsentrasi menurun sehingga kadar NO₂ dalam batas aman, penurunan kadar NO₂ terjadi sebesar 63%. Penurunan juga terjadi pada kadar PM₁₀ dengan penurunan sebesar 20 µg/m³, meskipun CO dan SO₂ tidak mengalami penurunan.

Sejarah COVID-19 di India dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di India. Kejadian COVID-19 pertama kali terdeteksi di India pada tanggal 30 Januari 2020 di bagian Kerala, India, ketika tiga siswa kembali dari Wuhan, Cina tempat berawalanya COVID-19 (4,7). Infeksi COVID-19 menyebar sangat cepat pada beberapa kota di India. Delhi, Maharashtra, dan Gujarat merupakan daerah dengan infeksi tertinggi COVID-19 di India, hingga akhir Maret dilaporkan sekitar 1400 kasus positif (29). Infeksi terus menyebar, hingga 8 Mei 2020 tercatat 17.974 kasus di Maharashtra, 5.980 kasus di Delhi dan 7.012 kasus di Gujarat. Menanggapi kasus COVID-19 yang terus meningkat, pemerintah India menerapkan *lockdown* pertama kali selama 14 hari pada tanggal 22 Maret hingga 13 April 2020 (30). Tingkat penyebaran COVID-19 yang terus meningkat hingga 14 April 2020 menjadi 10.000 kasus (29). Pemerintah India melanjutkan *lockdown* kedua pada tanggal 14 April hingga 3 Mei 2020. Penerapan *lockdown* sebagai upaya untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19, memberikan dampak positif terhadap kualitas udara di India. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahato, *et. al.* (30), kualitas udara 8 dari 10 kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) di India sebelum diterapkan *lockdown* (tanggal 17 hingga 23 Maret 2020), dalam kategori buruk. Pengamatan kualitas udara yang dilakukan pada masa *lockdown* (tanggal 24 hingga 30 Maret) di 10 kota memperlihatkan peningkatan kualitas udara yang signifikan. Selama 3 minggu pertama penerapan *lockdown*, kota Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar dan Ghaziabad bahkan mengalami peningkatan lebih dari 50% dibandingkan dengan 1 minggu sebelum diterapkannya *lockdown*. Selain itu, penurunan polutan primer (PM₁₀) juga terjadi selama minggu pertama dan kedua pada periode *lockdown* pertama, namun pada minggu ketiga dan keempat terjadi peningkatan polutan cukup besar. Hal tersebut disebabkan karena transportasi, pembangkit listrik dan industri – industri penting mulai beroperasi kembali. Selama masa *lockdown* pada bulan April, terjadi peningkatan polutan primer PM₁₀ di sepuluh kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) tersebut, meskipun polutan primer PM₁₀ meningkat, kadar ini menjadi konsentrasi polutan terendah dibandingkan dengan tahun – tahun sebelumnya. Konsentrasi polutan PM_{2.5} juga mengalami penurunan di Kota Gurugram, Gaziabad, Noida, Faridabad dan Greater Noida hingga rata – rata 39% selama periode pertama *lockdown*.

Pengamatan kualitas udara di India juga dilakukan oleh Shehzad, *et. al.* (23), terjadi penurunan tingkat Nitrogen Dioksida selama masa *lockdown*, berdasarkan pengamatan yang dilihat melalui *The Copernicus Sentinel-5P satellite* selama 1 Januari 2020 hingga 24 Maret 2020 sebelum pemerintah menerapkan *lockdown* dibandingkan tanggal 25 Maret hingga 20 April 2020 selama penerapan *lockdown* terlihat adanya reduksi Nitrogen Dioksida yang signifikan. Dua kota paling ramai di India yaitu Delhi dan Mumbai mengalami penurunan konsentrasi Nitrogen Dioksida sebesar 40% hingga 50%. Penurunan produksi pada salah satu unit tenaga listrik terkemuka di India, *The Vindhyachal Super Thermal Power plant* juga mengalami penurunan produksi sebesar 15%. Penurunan yang sangat cepat selama *lockdown* bulan Maret 2020 juga terjadi pada penggunaan listrik di India, selama masa *lockdown* terjadi penurunan pemakaian listrik hingga 9,2%. Aman, *et.*

al (31) dalam penelitiannya tentang polusi udara di wilayah Ahmedabad, India, menerangkan bahwa berdasarkan data yang didapat dari *Central Pollution Control Board* (CPCB), terjadi peningkatan kualitas udara selama *lockdown* diterapkan. Konsentrasi $PM_{2.5}$, mengalami penurunan pada bulan April. Konsentrasi polusi udara lain seperti PM_{10} dan NO_2 juga mengalami penurunan yang signifikan. Konsentrasi NO_2 selama masa *lockdown* bahkan mencapai konsentrasi yang paling rendah dibandingkan 3 tahun terakhir.

Sejarah COVID-19 di Pakistan dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di Pakistan. Pandemi COVID-19 telah berpengaruh terhadap berbagai negara di dunia, termasuk Pakistan. Menteri Kesehatan Pakistan mengumumkan kasus COVID-19 pertama kali di Karachi, Provinsi Sindh pada tanggal 26 Februari 2020. Setelah 15 hari kasus COVID-19 meningkat hingga 20 kasus Penyebaran infeksi terus meningkat hingga mencapai 1.865 kasus dan sebanyak 25 kematian hingga tanggal 31 Maret (32). Jumlah kasus positif dan kematian yang semakin meningkat, membuat pemerintah Pakistan memberlakukan *lockdown* selama satu bulan lamanya, dimulai pada tanggal 1 Maret hingga 15 April 2020 (33). Pemerintah Pakistan memutuskan untuk memberlakukan *lockdown* di beberapa kota besar selama lebih dari satu bulan lamanya, sehingga berbagai layanan pun berhenti beroperasi, seperti berkurangnya pemakaian transportasi, berhenti beroperasinya berbagai pabrik, *wedding hall*, layanan kecantikan dan kantor – kantor yang tidak berkaitan dengan layanan kesehatan dan kebutuhan primer masyarakat. pemberhentian layanan ini tidak dilakukan secara total, terdapat beberapa layanan yang tetap beroperasi seperti rumah sakit, toko obat – obatan dan layanan kesehatan lainnya, toko makanan, sayuran atau kebutuhan pokok. Pemberlakuan *lockdown* sebagai upaya mengurangi penyebaran infeksi COVID-19 ternyata membawa dampak positif terhadap kualitas udara di Pakistan. Analisa polusi udara yang dilakukan oleh peneliti, melaporkan adanya pengurangan konsentrasi polusi udara selama penerapan *lockdown* di Pakistan. Khan, *et. al.* (33) melakukan analisa polutan udara terhadap beberapa kota di Pakistan, menunjukkan adanya level AQI dalam kategori baik hingga sedang. Penerapan *lockdown* selama 2 bulan telah memberikan dampak yang signifikan terhadap konsentrasi polutan udara. Konsentrasi NO_2 dan $PM_{2.5}$ mengalami penurunan selama masa *lockdown*, pada wilayah Lahore terjadi penurunan NO_2 sebesar 49%, dan wilayah Peshawar sebesar 45%. Pervaiz, *et. al.* (34), melakukan penelitian terhadap kualitas udara di Lahore, Pakistan dengan mengunduh data dari *official website of Environment Protection Department* (EPD) dan Punjab *Environmental Quality Standards* (PEQs), juga melaporkan bahwa terjadi penurunan NO pada bulan Maret 2020 (selama penerapan *lockdown*), selain penurunan konsentrasi NO , polutan SO_2 juga mengalami hal yang sama. Kadar SO_2 di udara sangat erat kaitannya dengan kabut asap, selama masa *lockdown* berbagai industri berhenti beroperasi sehingga menjadi kadar SO_2 di udara berkurang. Awais, *et. al.* (35) juga menganalisa polutan udara di Pakistan sebelum dan setelah diterapkannya *lockdown*, berdasarkan data yang dikumpulkan oleh NASA melalui satelit Sentinel - 5p menggunakan TROPOMI (*TROPospheric Monitoring Instrument*). Pengamatan dilakukan pada tanggal 23 Maret hingga 15 April 2020, terhadap lima daerah di Pakistan yaitu Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, dan Karachi. Semua wilayah tersebut mengalami reduksi NO_2 , Peshawar sebesar 42%, Lahore sebesar 49%, Multan sebesar 20%, Islamabad sebesar 56% dan Karachi 35% selama *lockdown* (23 Maret hingga 15 April 2020). Hal ini membuktikan bahwa penurunan mobilitas transportasi mampu mengurangi sebagian besar polusi udara di perkotaan.

Sejarah COVID-19 di Indonesia dan Pengaruh Pembatasan Aktivitas Terhadap Kualitas Udara di Indonesia. Infeksi kasus Covid paling parah menyerang Cina terjadi pada bulan Desember 2019 hingga Februari 2020, pada saat kondisi ini masih belum dilaporkan adanya kasus di Indonesia. Kasus COVID-19 saat itu telah memasuki negara – negara yang berada disekitar Indonesia, tetapi pemerintah Indonesia tidak memberhentikan, memberlakukan pembatasan perjalanan ataupun menyediakan karantina khusus bagi Warga Negara Indonesia ataupun Warga Negara Asing yang melakukan perjalanan dari daerah terinfeksi Covid bahkan dari daerah yang terdampak COVID-19 paling parah saat itu yaitu Wuhan, Cina. Melihat kondisi COVID-19 yang semakin parah, pada tanggal 27 Januari 2020 Indonesia mulai menerapkan larangan perjalanan dari Provinsi Hubei, Cina yang merupakan daerah paling parah dan tempat berawal pandemi COVID-19, meskipun saat itu WHO belum mengumumkan COVID-19 sebagai pandemi (36).

Kasus COVID-19 pertama kali dilaporkan oleh Presiden Republik Indonesia Joko Widodo pada tanggal 2 Maret 2020. Jumlah kasus COVID-19 terus meningkat, hingga pada tanggal 15 Maret 2020, pemerintah Republik Indonesia mengumumkan diterapkannya *Social Distancing* dengan memerintahkan seluruh masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas dari rumah, seperti bekerja, kegiatan belajar, dan beribadah (37). Hal ini bertujuan untuk mengurangi interaksi atau menghindari kontak dekat yang dapat menyebabkan penyebaran virus semakin meningkat. Kasus COVID-19 di Indonesia semakin tinggi, hingga 31 Maret 2020 dilaporkan sebanyak 1.528 kasus dan 136 kematian, bahkan *Case Fatality Rate* di Indonesia sebesar 8,9%. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan *Case Fatality Rate* di Cina sebesar 4%, hingga pada akhir Maret 2020, melihat perkembangan infeksi COVID-19 yang sangat tinggi, dengan mempertimbangkan berbagai aspek, pemerintah Indonesia memberlakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) di berbagai kota dan provinsi (38). Selama diterapkannya *lockdown* baik total ataupun parsial yang membuat berkurangnya kegiatan transportasi, tutupnya industri, toko – toko, cafe dan tempat lainnya di beberapa negara seperti Cina, Pakistan dan India dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara, namun hal ini tidak terjadi di Indonesia.

Caraka *et. al.* (13) melakukan penelitian perubahan kualitas udara selama diterapkannya pembatasan skala besar yang pada beberapa kota di Indonesia. Analisa kualitas udara dilakukan terhadap *Particle Material*, SO₂, CO, NO₂, CO₂ dan *Hydrocarbon*, pada lima kota dan provinsi yang menerapkan pembatasan aktivitas publik selama pandemi COVID-19 yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan, tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap densitas CO sebelum dan setelah diterapkannya pembatasan sosial berskala besar, begitu pula dengan HCHO, NO₂, dan SO₂, yang mencapai densitas terendah pada bulan Maret, tetapi perubahan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Penerapan PSBB diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2020. Provinsi Pertama yang menerapkan PSBB adalah DKI Jakarta sejak 10 April 2020 sampai 24 April 2020.

Pengamatan kualitas udara pada tanggal 1 hingga 18 Mei 2020 selama pandemi COVID-19 di tiga kota di Indonesia yaitu Jambi, Surabaya dan Jakarta juga dilakukan oleh Wibowo, *et. al.* (25). Hasil penelitian menunjukkan, pada awalnya konsentrasi PM_{2.5} di Jakarta menurun tetap hal ini tidak berlangsung lama, kemudian kadar PM_{2.5} meningkat. Peningkatan di Jakarta ini diduga karena aktivitas transportasi yang tetap berjalan selama masa pandemi. Ketakutan masyarakat untuk menggunakan transportasi umum, sehingga beralih menggunakan kendaraan pribadi untuk menghindari keramaian. Konsentrasi PM_{2.5} di wilayah Jambi dan Surabaya selama 18 hari pemantauan di bulan Mei juga tidak menunjukkan penurunan. Hal ini disebabkan karena aktivitas industri dan kegiatan masyarakat juga tidak menurun secara signifikan sehingga tidak berpengaruh besar terhadap konsentrasi PM_{2.5}. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Myllyvirta, *et. al.* (39), pada awal tahun 2020 meskipun adanya pandemi COVID-19, kualitas udara di Jakarta dari bulan Maret hingga Mei tetap dalam level sedang hingga tidak sehat. Konsentrasi PM_{2.5} selama bulan Maret hingga Juni 2020, tidak mengalami penurunan bahkan konsentrasi polutan ini meningkat. Dampak pengurangan aktivitas dan penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar yang terjadi di Indonesia tidak seperti negara lain yang mengalami peningkatan kualitas udara. Jakarta merupakan daerah dengan konsentrasi PM_{2.5} paling tinggi selama 18 hari pemantauan dibandingkan dengan Jambi dan Surabaya. Jakarta merupakan kota dengan kepadatan penduduk dan aktivitas yang tinggi sehingga polusi udara yang ditimbulkan akibat aktivitas pendudukpun tinggi (25).

KESIMPULAN

Penerapan *lockdown* atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara secara signifikan pada beberapa negara di Asia seperti Cina, India dan Pakistan. Kejadian ini tidak terjadi di seluruh negara di Asia, seperti di Indonesia konsentrasi polusi udara tidak menurun secara signifikan. Adanya *lockdown* atau pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang. Negara seperti Indonesia tidak terjadi penurunan polusi udara disebabkan karena aktivitas industri dan pergerakan transportasi juga tidak berkurang secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al Mutair A, Ambani Z. Narrative review of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: updates and implications for practice. *J Int Med Res.* 2019;48(1):1–6.
2. Al-Osail AM, Al-Wazzah MJ. The history and epidemiology of Middle East respiratory syndrome corona virus. *Multidiscip Respir Med.* 2017;12(1):1–6.
3. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J Adv Res.* 2020;24:91–8.
4. Kumar D. Corona Virus: A Review of COVID-19. *Eurasian J Med Oncol.* 2020;4(1):8–25.
5. Waris A, Atta UK, Ali M, Asmat A, Baset A. COVID-19 outbreak: current scenario of Pakistan. *New Microbes New Infect.* 2020;35(C):1–6.
6. Baj J, Karakula-Juchnowicz H, Teresiński G, Buszewicz G, Ciesielka M, Sitarz E, et al. COVID-19: Specific and Non-Specific Clinical Manifestations and Symptoms: The Current State of Knowledge. *J Clin Med.* 2020;9(6):1–22.
7. Kaushik S, Kaushik S, Sharma Y, Kumar R, Yadav JP. The Indian perspective of COVID-19 outbreak. *VirusDisease.* 2020;31(2):146–53.
8. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 overview and infection prevention and control priorities in non-US healthcare settings. Vol. 2019, 2012 West Nile virus update. 2020. p. 1–6.
9. World Health Organization. Transmisi SARS-CoV-2 : implikasi terhadap kewaspadaan pencegahan infeksi. Pernyataan keilmuan. 2020;1–10.
10. World Health Organization. Archived: WHO Timeline - COVID-19. World Health Organization. 2020. p. 2020.
11. One World – Nations Online. Population Figures for all Countries. 2015.
12. Suryani AS. Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Lingkungan Global. *Bid Kesejaht Sos [Internet].* 2020;XII(13):13–8. Available from: <http://yayasanpulih.org/2020/04/dampak-pandemi-covid-19-bagi-perempuan/>
13. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(SI):65–84.

14. Turner J. Air Pollution Exposure Indicators: Review of Ground-Level Monitoring Data Availability and Proposed Calculation Method. Chest. Paris: OECD Publishing; 2016.
15. Wu J, Zhang P, Yi H, Qin Z. What causes haze pollution? An empirical study of PM_{2.5} concentrations in Chinese cities. *Sustain*. 2016;8(2):1–14.
16. Environment Protection Authority Victoria Victoria. Sulfur dioxide in the air | Environment Protection Authority Victoria. 2020.
17. Gupta N, Tomar A, Kumar V. The effect of COVID-19 lockdown on the air environment in India. *Glob J Environ Sci Manag*. 2020;6(SI):31–40.
18. American Lung Association. Nitrogen Dioxide - American Lung Association. 2014.
19. Suarez I, Myllyvirta L. COVID19 Lockdowns across Southeast Asia improve air quality – but not everywhere. the Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). 2020.
20. Bao R, Zhang A. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Sci Total Environ*. 2020;731(1954):139052.
21. Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T. Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city. *Sci Total Environ*. 2020;742:140556.
22. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res*. 2020;188(May):109835.
23. Sarfraz M, Shehzad K, Shah SGM. The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown. *Environ Pollut*. 2020;266:115080.
24. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;1–6.
25. Wibowo YG. Air Quality Impact during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area). *Eur J Heal Biol Educ*. 2020;9(1):9–14.
26. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag*. 2020;6(Special Issue):65–84.
27. Yuan Z, Xiao Y, Dai Z, Huang J, Zhang Z, Chen Y. Modelling the effects of wuhan's lockdown during covid-19, china. *Bull World Health Organ*. 2020;98(7):484–94.
28. Cole MA, Elliott RJR, Liu B. The Impact of the Wuhan Covid-19 Lockdown on Air Pollution and Health: A Machine Learning and Augmented Synthetic Control Approach. *Environ Resour Econ*. 2020;76(4):553–80.
29. Mahajan P, Kaushal J. Epidemic Trend of COVID-19 Transmission in India During Lockdown-1 Phase. *J Community Health*. 2020;45(6):1291–300.
30. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res*. 2020;188:1–15.
31. Aman MA, Salman MS, Yunus AP. COVID-19 and its impact on environment: Improved pollution levels during the lockdown period – A case from Ahmedabad, India. *Remote Sens Appl Soc Environ*. 2020;20:1–7.
32. Nafees M, Khan F. Pakistan's response to COVID-19 pandemic and efficacy of quarantine and partial lockdown: A review. *Electron J Gen Med*. 2020;17(6):17–20.
33. Khurshied AK. Air Quality Index with Particulate Matter (PM_{2.5}) Improved after National Lockdown during COVID-19 Outbreak across Pakistan. *Open Access J Biog Sci Res*. 2020;3(2):3–8.
34. Pervaiz S, Javid K, Khan FZ, Zahid Y, Akram MAN. Preliminary assessment of air during covid-19 lockdown: An unintended benefit to environment. *Environ Nat Resour J*. 2020;18(4):363–75.
35. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;3(3):1–6.
36. Djalante R, Lassa J, Setiamarga D, Sudjatma A, Indrawan M, Haryanto B, et al. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020. *Prog Disaster Sci*. 2020;6:100091.
37. WHO. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) World Health Situation Report - 1. *J Am Med Womens Assoc*. 2020;2019(March):8.
38. Setiati S, Azwar MK. COVID-19 and Indonesia. 2020;(April).
39. Myllyvirta L, Analyst L, Suarez I, Uusivuori E, Thieriot H, Lead D. Transboundary Air Pollution in the Jakarta , Banten , and West Java provinces da A P Ja a a Ba e a d We ce Ja a he. 2020;(August).

<http://dx.doi.org/10.33846/sf11101>

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di

Asia: Literature Review

Novi Dian Arfiani

Department of Environmental Health, Universitas Airlangga; novid994@gmail.com

ABSTRACT

COVID-19 was first detected in December 2020 in Wuhan, China. The spread of COVID-19 infection increased in China and it has spread to many countries with high number of cases. Various strategies were carried out to prevent increasing these cases, one of the implemented methods was lockdown or restriction of community activities. As a result of lockdown implementation or restriction of community activities, there was air quality improvement in many regions because of decreasing industrial and transportation activities. The Chinese community was able to reduce their travel or activity during a lockdown and the concentration of air pollutants such as SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, and CO were decreasing in China. The implementation of lockdown is also able to reduce air pollution in many big cities in India by 50%. Besides, lockdown in Pakistan also has an impact on air quality. The level of AQI (Air Quality Index) in Pakistan was in the good to moderate category during the lockdown, the concentration of NO and SO₂ have also decreased. But, the same thing did not happen in Indonesia, the implementation of Large-Scale Social Restrictions was able to reduce the density of HCHO, NO₂, and SO₂ in March 2020, but this decreasing did not show a significant difference between before and after the implementation of PSBB, because of the community activities did not decrease significantly. The implementation of lockdown or activities restriction to reduce the spread of COVID-19 cases can also decrease air pollution in several countries in Asia. Lockdown and activity restriction could reduce industrial activities and transportation movement, so air pollution could also reduce.

Keywords : COVID-19, lockdown, air pollution, air quality, Asia.

ABSTRAK

COVID-19 pertama kali terdeteksi pada Desember 2020 di Wuhan, Cina. Penyebaran infeksi COVID-19 terus meningkat di Cina dan dalam waktu singkat menyebar ke berbagai negara dengan jumlah kasus yang tinggi. Berbagai strategi dilakukan untuk mencegah peningkatan kasus, salah satu cara yang diterapkan yaitu lockdown atau pembatasan aktivitas masyarakat. Akibat penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas ini, dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara di berbagai wilayah karena berkurangnya kegiatan industri dan transportasi. masyarakat Cina mampu mengurangi tingkat perjalanan atau aktivitasnya selama penerapan lockdown. Selama diterapkannya Lockdown, konsentrasi pencemar udara seperti SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ dan CO menurun di Cina. Penerapan lockdown juga mampu mengurangi polusi udara di kota – kota besar India hingga 50%. Selain itu, lockdown di Pakistan juga memberikan dampak terhadap kualitas udara, diketahui level AQI (Air Quality Index) dalam kategori baik hingga sedang selama masa lockdown, NO dan SO₂ juga mengalami penurunan konsentrasi. Hal yang sama tidak terjadi di Indonesia, adanya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), dapat menurunkan densitas HCHO, NO₂, dan SO₂ pada bulan Maret tetapi penurunan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkannya PSBB, karena aktivitas masyarakat juga tidak berkurang secara signifikan. Penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara di beberapa negara di Asia. Adanya lockdown dan pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang.

Kata Kunci : COVID-19, lockdown, polusi udara, kualitas udara, Asia.

PENDAHULUAN

Masyarakat Cina, tepatnya di provinsi Guangdong pada bulan November tahun 2002 diserang oleh virus yang saat ini dikenal dengan nama *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) yang disebabkan oleh virus SARS-CoV. Virus ini merupakan anggota dari Beta-coronavirus. Penderita mengalami pneumonia dan cedera alveolar yang menyebabkan *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS). Penyakit yang berawal dari provinsi Guangdong, Cina ini menyebar dengan cepat ke negara lain, setelah beberapa bulan kasus meningkat sangat pesat menjadi 8.096 kasus dengan 774 kematian yang tersebar di 26 negara. Setelah itu, infeksi corona dari subkelompok beta-coronavirus juga dideteksi di Jeddah, Saudi Arabia pada tanggal 13 Juni 2012. Mayoritas kasus infeksi Coronavirus ini dilaporkan berada di wilayah Mediterania Timur (*The Eastern Mediterranean*), sehingga dinamakan dengan *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus* (MERS-CoV)⁽¹⁾. Sebagian besar infeksi berada di Arab Saudi dengan tingkat kematian 38,7%, tetapi penyebaran virus sangat cepat sehingga menyerang berbagai negara selain Uni Emirat Arab seperti Qatar, Bahrain, Kuwait, Jordan, and Tunisia^(1,2). Infeksi yang terjadi di luar wilayah Timur Tengah banyak berawal dari orang – orang yang memiliki riwayat perjalanan ke Timur Tengah. Individu yang terinfeksi, dapat mengalami pneumonia, gagal ginjal, dan ARDS seperti gejala SARS-coronavirus⁽³⁾. Virus ini bahkan menginfeksi lebih dari 2.428 orang dan menyebabkan 838 kematian.

Infeksi Coronavirus kembali melanda masyarakat Cina tepatnya di Wuhan, Provinsi Hubei, pada Desember 2019. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, wabah ini merupakan wabah virus corona yang ketigakalanya setelah sebelumnya terjadi wabah SARS-CoV dan MERS-CoV. Pemerintah Cina melaporkan kepada World Health Organization (WHO) adanya penyakit yang menyerang warga Wuhan dengan gejala pneumonia yang belum diketahui penyebabnya. Kasus tersebut berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan yang menjual hewan hidup seperti kelelawar, katak, ular, burung, marmut dan kelinci. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) Republik Rakyat Cina, pada tanggal 7 Januari 2020 menganalisis sampel pernafasan dari penyakit tersebut dan mendokumentasikan bahwa pneumonia yang berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan, Cina tersebut merupakan virus baru yang dinamakan 2019-nCoV^(4,5). Namun, setelah dilakukan penyelidikan lebih lanjut beberapa warga yang terinfeksi tidak memiliki riwayat perjalanan ke Hunan *Seafood Market*. Penyelidikan terus dilakukan, pada tanggal 11 Februari 2020, *International Committee on Taxonomy of Virus* memberikan nama terhadap virus ini sebagai *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2), di hari yang sama WHO memberikan nama terhadap virus ini yaitu Coronavirus disease-19 (COVID-19).

Gejala klinis penderita COVID-19 bervariasi tergantung dari tingkat keparahan. Umumnya pasien COVID-19 mengalami gejala panas, sesak nafas, batuk, radang tenggorokan, hidung tersumbat, malaise, dan sakit kepala atau gejala lainnya yang sangat mirip dengan gejala penyakit pernafasan⁽⁶⁾. Individu dengan riwayat penyakit penyerta lainnya dapat memperparah keadaan pasien COVID-19, seperti penyakit kardiovaskular, hipertensi, diabetes, dan usia pasien juga sangat berpengaruh. Pasien dengan usia yang lebih muda akan memiliki kemungkinan tingkat kesembuhan yang tinggi dibandingkan dengan pasien usia tua disertai dengan penyakit lainnya yang dapat memperparah keadaan pasien sehingga membutuhkan perawatan yang intensif⁽⁷⁾. CDC⁽⁸⁾ mengeluarkan beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah individu dari infeksi SARS-CoV-2 yaitu tidak menyentuh wajah, hidung dan mulut dengan tangan karena tangan dapat menjadi sumber infeksi, menghindari kontak dekat dengan orang lain karena individu yang terinfeksi tanpa menunjukkan gejala dapat menyebarkan virus, melakukan karantina mandiri atau berada didalam rumah apabila dalam keadaan tidak sehat, menerapkan etika batuk atau bersin yang benar yaitu dengan menutup mulut atau hidung ketika bersin atau batuk menggunakan tisu kemudian membuangnya dengan benar, menjaga jarak dengan orang lain minimal 1 meter, membersihkan dan melakukan desinfeksi pada permukaan benda yang sering disentuh, mencuci tangan selama 40 – 60 detik menggunakan sabun dan air atau menggunakan *handsanitizer* dengan kandungan alkohol minimal 60% .

SARS-CoV-2 dapat ditularkan melalui berbagai cara. Menurut WHO⁽⁹⁾ ada beberapa transmisi SARS-CoV-2 yaitu transmisi kontak, *droplet* dan fomit. Penularan melalui kontak dan *droplet* dapat terjadi ketika individu melakukan kontak langsung, kontak tidak langsung atau kontak dengan sekret yang dikeluarkan oleh penderita saat batuk atau bersin. Penularan juga dapat terjadi ketika *droplet* yang dikeluarkan oleh individu yang terinfeksi mengkontaminasi permukaan benda sehingga disebut fomit (permukaan yang terkontaminasi). Daya hidup SARS-CoV-2 dipermukaan benda bervariasi tergantung dengan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan dan jenis permukaannya. Apabila permukaan yang terkontaminasi tersebut disentuh oleh orang lain kemudian individu tersebut menyentuh mulut, mata atau hidung maka orang tersebut akan terinfeksi.

Kasus COVID-19 dengan sangat cepat menyebar ke berbagai negara di dunia. Kementerian Kesehatan, Tenaga Kerja dan Kesejahteraan Jepang, melaporkan kasus pertama COVID-19 pada tanggal 15 Januari 2020, kemudian pada tanggal 20 Januari 2020 National IHR *Focal Point* Korea juga melaporkan kasus pertama COVID-19 di negaranya, pada akhir Januari 2020 dilaporkan 7.734 kasus positif di Cina dan 90 kasus dari negara lain seperti Thailand, Jepang, Malaysia, Iran, Italia, India, USA, Kanada, Taiwan, Vietnam, Perancis, Nepal, Kamboja, Jerman, Singapura, Korea, United Emirates Arab, Sri Lanka, Filipina, Australia and Finlandia.

Penyebaran virus yang cepat membuat kasus terus meningkat, hingga tanggal 30 Januari 2020 WHO mendeklarasikan wabah novel coronavirus (2019-nCoV) sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC)⁽¹⁰⁾. Melihat tingkat keparahan dan penyebaran virus ini, pada tanggal 11 Maret 2020, WHO menyatakan COVID-19 sebagai pandemi.

Jumlah kasus COVID-19 yang terdeteksi sudah melebihi 2,3 juta kasus dari 200 negara lebih di dunia. Berbagai strategi dilakukan oleh pemerintah masing – masing negara di dunia untuk mencegah peningkatan kasus COVID-19. *Lockdown* merupakan salah satu cara yang diterapkan oleh pemerintah untuk mencegah penyebaran kasus. Pemerintah pusat China dan diikuti oleh negara lainnya mencoba menerapkan *lockdown* sebagai langkah membatasi penyebaran kasus. Penerapan *lockdown* tersebut sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor seperti, kegiatan industri, toko – toko, perkantoran, dan transportasi berhenti beroperasi. Aktivitas dan kegiatan industri yang berkurang drastis, berdampak pada berkurangnya emisi antropogenik di atmosfer yang dapat meningkatkan kualitas udara, terutama di kota – kota industri dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. populasi penduduk yang tinggi membuat permintaan makanan, layanan, listrik, rumah, pemakaian kendaraan juga meningkat sehingga polutan udara yang dihasilkan juga akan meningkat. Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi yaitu Cina, India, Indonesia dan Pakistan⁽¹¹⁾. Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi seperti India, Pakistan dan Cina merupakan negara – negara yang masuk dalam 30 daftar negara paling tercemar di Asia.

Pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi Covid-19 dan berhentinya berbagai kegiatan ekonomi, termasuk beberapa sektor industri, telah berkontribusi pada penurunan emisi global. Pusat Penelitian Energi dan Udara Bersih (CREA) merilis bahwa emisi CO₂ dunia tercatat mengalami penurunan hingga 17% akibat karantina Covid-19 yang diterapkan di berbagai negara. Hampir setengah (43%) dari penurunan emisi global selama puncak *lockdown* berasal dari sektor transportasi dan industri, terutama kendaraan bermotor dan pabrik manufaktur komersial. Adanya kebijakan pembatasan sosial dan *lockdown* di beberapa negara juga berdampak positif bagi keanekaragaman hayati flora dan fauna. Berdasarkan laporan organisasi nirlaba Plantlife, berbagai jenis tanaman dan bunga terlihat tumbuh lebih banyak daripada biasanya. Efeknya, kehadiran hewan seperti burung, kupu-kupu, dan lebah di taman pun kian marak. Namun, kondisi pandemi ini berdampak pada meningkatnya timbunan sampah, terutama sampah plastik dan sampah medis. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia menyebutkan bahwa sampah plastic domestik meningkat dari 1-5 menjadi 5-10 gram per hari per individu karena pandemi Covid-19. Selain itu, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan mencatat kenaikan produksi limbah medis saat ini sebanyak 290 ton limbah medis per hari. Sampah plastik tersebut sebagian besar berasal dari penggunaan plastik sekali pakai dari makanan yang dikemas, sedangkan sampah medis berasal dari peralatan medis dan Alat Pelindung Diri (APD)⁽¹²⁾.

Polusi udara adalah zat yang berada di udara yang secara signifikan mengubah komposisi udara⁽¹³⁾. Polusi udara di negara – negara berkembang umumnya berkaitan dengan kadar NO₂, PM_{2.5}, dan PM₁₀ yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan antropogenik, terutama terkait polusi transportasi. *Air Quality Guidelines* (AQG) dari WHO menetapkan lima parameter polutan udara yang terdiri dari NO₂, ozon atau O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan sulfur dioksida (SO₂)⁽¹⁴⁾. *Particulate Matter* dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer disebut PM_{2.5} yang dapat dihasilkan langsung dari proses pembakaran (PM Primer) dan juga dapat dihasilkan dari konversi gas menjadi partikel. Gas yang dihasilkan oleh kendaraan dan industri sangat erat kaitannya dengan konsentrasi PM_{2.5} di udara⁽¹⁵⁾. *Particulate Matter* dengan diameter 10 mikrometer atau kurang disebut dengan PM₁₀, biasanya ditemukan di asap rokok dan debu jalan yang tidak diaspal, asap, industri, knalpot dan mobil⁽¹⁶⁾. Konsentrasi Sulfur dioksida (SO₂) terutama ditemukan di negara dengan tingkat industri dan lalu lintas yang padat khususnya negara yang menggunakan bahan bakar mengandung sulfur seperti batu bara⁽¹⁴⁾. Ozon (O₃) dihasilkan dari reaksi kimia antara senyawa organik yang mudah menguap tetapi tidak dipancarkan langsung ke udara, reaksi ini dapat diproduksi dari hasil polutan yang dipancarkan oleh kendaraan, pembangkit listrik, dan pabrik kimia⁽¹⁷⁾. Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan polutan udara yang terdiri dari Nitrogen dan Oksigen⁽¹⁸⁾. Polutan ini dapat terbentuk dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, gas atau solar pada suhu tinggi misalnya hasil dari polusi lalu lintas. Oleh karena itu, kelima polutan udara (NO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan SO₂) memiliki konsentrasi yang tinggi pada negara dengan kegiatan industri, dan aktivitas masyarakat yang tinggi seperti China, India, Pakistan dan Indonesia. Beberapa kota dengan aktivitas masyarakat yang tinggi dilaporkan mengalami perubahan udara yang lebih bersih dan juga langit yang lebih cerah dibandingkan sebelum *lockdown* diterapkan. Penurunan tingkat NO₂ dilaporkan terjadi di Kuala Lumpur, Manila dan Bangkok, seiring dengan diterapkannya *lockdown*⁽¹⁹⁾.

Literatur review ini bertujuan untuk melihat perubahan konsentrasi polusi udara ketika diterapkan *lockdown* di Asia. Cina, India, Pakistan dan Indonesia sebagai negara dengan populasi penduduk yang paling tinggi di Asia dipilih untuk mewakili perubahan konsentrasi polusi udara di Asia. *Literatur review* ini mencoba menjawab pertanyaan berikut : apakah penerapan *lockdown* memberikan dampak penurunan konsentrasi polusi udara di Asia yang diwakilkan oleh Cina, India, Pakistan dan Indonesia, dimana negara – negara ini merupakan negara dengan tingkat populasi penduduk yang tinggi.

METODE

Metode yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu mencari studi pustaka secara sistematis dengan beberapa strategi seperti pemilihan kata kunci sumber atau jurnal yang berkaitan perubahan konsentrasi polusi udara selama *lockdown* atau pembatasan aktivitas akibat pandemi COVID-19 pada beberapa negara di Asia. Manuskrip ini melakukan pencarian literatur di mesin pencari seperti Researchgate, Sciencedirect, Springer, Global Journal of Environmental Science and Management dan Pubmed untuk mengunduh beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Sumber pustaka yang digunakan merupakan pustaka terbaru yang dipublikasikan paling lambat 5 tahun terakhir. Sumber pustaka dapat berasal dari buku, laporan penelitian, artikel dan review artikel yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Kata kunci yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu “*history of COVID-19 in China and Impact of lockdown on air pollution in China*”, terdapat sekitar 15.300.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in India and impact of lockdown on air pollution in India*”, terdapat sekitar 10.700.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in Pakistan and impact of lockdown on air pollution in Pakistan*”, terdapat sekitar 3.850.000 hasil pencarian, dan “*history of COVID-19 in Indonesia and Impact of lockdown on air pollution in Indonesia*”, terdapat sekitar 2.720.000 hasil pencarian. Setelah menganalisa berbagai sumber pustaka yang ditemukan, *literature review* ini akan membahas 35 sumber termasuk buku, laporan penelitian, dan artikel ilmiah.

HASIL

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia

Penelitian ini meneliti terkait Pengaruh Lockdown dan pembatasan aktivitas fisik selama pandemi di Asia disajikan pada Tabel 1. penelitian hanya dibatasi pada Negara Asia dimana terdiri dari Negara Indonesia, China, India, Pakistan, Telah banyak penelitian yang membahas dampak lockdown terhadap Indeks Kualitas Udara.

Tabel 1. Ringkasan lokasi penelitian yang dilaporkan dalam literatur

Authors	Research Title	Population	Method	Result	Conclusion
Bao R, Zhang A (19)	Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China	The research was analyzing 44 cities in Cina	Daily data of 24 hours for AQI (Air Quality Index), PM ₁₀ , PM _{2.5} , and CO was collected from real-time monitoring result in the MEE (http://datacenter.mee.gov.cn/)	The analysis result showed a decrease in AQI around 7.80% during the lockdown period compared to usual days. The concentration of five other air pollutants such as SO ₂ was decreasing around 6.76%, PM _{2.5} around 5.93%, PM ₁₀ around 13.66%, NO ₂ around 24.67%, and CO around 4.58%.	The conclusion of this research was human activities such as reducing the movement of unimportant individuals activities can improve air quality.
Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T (21)	Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city	This research analyzed air quality in Wuhan, China.	Daily data for the Air Quality Index (AQI) from January 1 st , 2016 to February 31 st , 2020, have been collected from Wuhan Ecology and Environment Bureau (http://hbj.wh.gov.cn/). Hubei observation data were collected from China National Environmental Monitoring Center (http://www.cnemc.cn/).	The research result showed a decrease on AQI level after the lockdown was implemented in Wuhan. The average AQI in Wuhan decreased around 47.5% compared to the same period in 2015 to 2019. Besides, there was a reduction in PM ₁₀ concentration around 40.2%, and NO concentration also got a decreasing around 53, 33%.	The results of this study indicated an increase on air quality during the lockdown period. The highest decrease was in the concentration of NO ₂ , and PM ₁₀ and PM _{2.5} .
Mahato S, Ghosh KG (24)	Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2	This study analyzed the impact of lockdown on air pollution in 10 cities in India (Delhi, Ghaziabad, Faridabad, Gurugram, Noida, Muzaffarnagar, Bulandshahr, Greater Noida, Jind, and Bhiwadi).	The air pollution data were collected from data on the air quality web portal (https://app.cpcbcr.com/AQI_India/).	The study result showed there was an increase on air quality in Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar, and Ghaziabad cities more than 50%, in the first 3 weeks of lockdown compared to 2 weeks before the lockdown was applied, and all cities showed improvement on air quality more than 37% in the first lockdown compared with before lockdown.	The lockdown was implemented to reduce the spread of COVID-19 infection has reduced air pollution concentration compared to the last 2-5 years, especially in industrial cities.

Shehzad K, Sarfraz M, Shah SGM (25)	The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown	This study analyzed air quality in Delhi and Mumbai cities.	Data was taken from the European Space Agency (ESA) and CPCB online portal.	The analysis result showed a decrease on NO ₂ level during the lockdown period in Delhi city. level of NO ₂ before lockdown was 65 ug / m ³ , after lockdown was applied the levels decreased significantly to 12 to 25 (ug / m ³). Mumbai city also showed a reduction in the level of NO ₂ during lockdown.	The conclusion from this study was lockdown can have a good impact on air quality in India.
Awais M, Wei L, Ajmal M, Ashraf MU (30)	Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan	Air pollution concentration were observed in several cities in Pakistan, (Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, and Karachi)	data was collected from result observation was done by NASA using Sentinel-5p satellite	This study results showed a reduction in NO ₂ levels, Peshawar city has decreased around 45%, Lahore was 49%, Multan was 20%, Islamabad was 56%, and Karachi was 35%.	implementation of lockdown by limiting individual activities, transportation, industrial activities and others, can have a good impact in air pollution, especially in city with large economic activities.
Shareef A, Hashmi DR	Impacts of COVID-19 Pandemic on Air Quality Index (AQI) During Partial Lockdown in Karachi Pakistan	Air pollution analysis was doing in 14 different locations along Karachi road, Pakistan.	Air pollution monitoring was carried out by using UV Fluorescent SO ₂ Analyzer Model AF22 M, NO-NO _x Analyzer Model AC 32M, and Snifit CO Analyzer (Model 50). AQI determination (Air Quality Index) was based on the US-EPA (US-EPA, 2012).	The results of data analysis showed AQI (Air Quality Index) level of air pollution was moderate and good during the partial lockdown period. concentrations of PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO ₂ also have a significant reduction during partial lockdown compared to the last 5 years.	Partial lockdown had an impact on air quality.
WibowoYG, Ramadan BS, Desviona N, Edison (34)	<i>Air Quality Impact</i> during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area)	This study analyzed air pollution change in Jambi, Jakarta, and Surabaya city.	This study used data that was collected from the world Air Quality Index.	The study result showed there was no significant change on PM _{2.5} concentrations during the COVID-19 pandemic (18 days of monitoring in May 2020) in Jakarta, Surabaya, and Jambi city.	The conclusion of this study was there is a correlation between the COVID-19 pandemic and air quality.
Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, Gio PU, Chen RC, Toharudin T, Pardamean B (12)	Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia	This study learned about environmental changes in Jakarta, East Java, West Java, Central Java, and South Sulawesi.	Data were collected from Copernicus Sentinel -5 Precursor (Sentinel-5P) using TROPospheric Monitoring Instrument (TROPOMI).	The study result showed no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentrations before and after the implementation of large-scale social activity restrictions.	In general, there were no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentration during activity restriction. So it was better if the large-scale restriction was applied or did activities as usual and implemented health protocols.

DISKUSI

Sejarah COVID-19 di China dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di China. Infeksi SARS-CoV-2 yang berawal dari Wuhan, Provinsi Hubei, sangat cepat menyebar ke berbagai daerah di Cina. Kasus COVID-

19 yang semakin meningkat membuat pemerintah Cina menerapkan *lockdown* sebagai langkah untuk mengurangi penyebaran virus. Penerapan *lockdown* pertama kali di Wuhan terjadi pada tanggal 23 Januari 2020⁽²⁰⁾. *Lockdown* tersebut merupakan upaya sanitasi kordon terbesar dalam sejarah. Adanya *lockdown* membuat berhentinya berbagai aktivitas penduduk, penutupan pabrik, dan pelarangan perjalanan masuk dan keluar kota yang tidak penting. Larangan perjalanan pun diterapkan di 207 kota (termasuk ibu kota provinsi dan kota subprovinsi) pada tanggal 12 Februari 2020 di Cina. Pemberhentian layanan bus juga dilakukan di Tiongkok pada tanggal 28 Januari 2020. Selama penerapan *lockdown* (23 Januari hingga 15 Februari 2020) mampu mengurangi tingkat perjalanan masyarakat Cina, hal ini dapat dibuktikan dengan data dari Baidu Migration bahwa terjadi penurunan orang yang melakukan perjalanan keluar masuk Wuhan hingga 91,6% dibandingkan dengan tahun 2019 selama periode yang sama (27). Penurunan aktivitas, kegiatan industri dan kegiatan lainnya dapat memberikan dampak positif terhadap penurunan polusi di udara. Menurut analisis data empiris yang diterangkan dalam Bao dan Zhang⁽²⁰⁾, terjadi penurunan tingkat emisi polusi udara secara signifikan selama diterapkan pembatasan perjalanan pada 44 kota di China. AQI menunjukkan penurunan sebesar 7,80% dan konsentrasi lima pencemar udara juga menurun, SO₂ menurun sebesar 6,76%, PM_{2.5} sebesar 5,93%, PM₁₀ sebesar 13,66%, NO₂ sebesar 24,67% dan CO sebesar 4,58%. Tidak mudah untuk menghentikan mobilisasi secara total, tetapi pengurangan aktivitas individu yang tidak penting mampu meningkatkan kualitas udara.

Penelitian terhadap konsentrasi polusi udara di Cina juga dilakukan oleh Cole, *et. al.*⁽²⁸⁾, dalam penelitiannya dijelaskan bahwa penurunan polusi udara sangat bermacam – macam selama *lockdown*. Sebelum diterapkan *lockdown* konsentrasi NO₂ di China mendekati batas maksimal kesehatan menurut WHO, namun setelah penerapan *lockdown* konsentrasi menurun sehingga kadar NO₂ dalam batas aman, penurunan kadar NO₂ terjadi sebesar 63%. Penurunan juga terjadi pada kadar PM₁₀ dengan penurunan sebesar 20 µg/m³, meskipun CO dan SO₂ tidak mengalami penurunan.

Sejarah COVID-19 di India dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di India. Kejadian COVID-19 pertama kali terdeteksi di India pada tanggal 30 Januari 2020 di bagian Kerala, India, ketika tiga siswa kembali dari Wuhan, Cina tempat berawalnya COVID-19^(4,7). Infeksi COVID-19 menyebar sangat cepat pada beberapa kota di India. Delhi, Maharashtra, dan Gujarat merupakan daerah dengan infeksi tertinggi COVID-19 di India, hingga akhir Maret dilaporkan sekitar 1400 kasus positif⁽²⁹⁾. Infeksi terus menyebar, hingga 8 Mei 2020 tercatat 17.974 kasus di Maharashtra, 5.980 kasus di Delhi dan 7.012 kasus di Gujarat. Menanggapi kasus COVID-19 yang terus meningkat, pemerintah India menerapkan *lockdown* pertama kali selama 14 hari pada tanggal 22 Maret hingga 13 April 2020⁽³⁰⁾. Tingkat penyebaran COVID-19 yang terus meningkat hingga 14 April 2020 menjadi 10.000 kasus⁽²⁹⁾. Pemerintah India melanjutkan *lockdown* kedua pada tanggal 14 April hingga 3 Mei 2020. Penerapan *lockdown* sebagai upaya untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19, memberikan dampak positif terhadap kualitas udara di India. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahato, *et. al.*⁽³⁰⁾, kualitas udara 8 dari 10 kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) di India sebelum diterapkan *lockdown* (tanggal 17 hingga 23 Maret 2020), dalam kategori buruk. Pengamatan kualitas udara yang dilakukan pada masa *lockdown* (tanggal 24 hingga 30 Maret) di 10 kota memperlihatkan peningkatan kualitas udara yang signifikan. Selama 3 minggu pertama penerapan *lockdown*, kota Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar dan Ghaziabad bahkan mengalami peningkatan lebih dari 50% dibandingkan dengan 1 minggu sebelum diterapkannya *lockdown*. Selain itu, penurunan polutan primer (PM₁₀) juga terjadi selama minggu pertama dan kedua pada periode *lockdown* pertama, namun pada minggu ketiga dan keempat terjadi peningkatan polutan cukup besar. Hal tersebut disebabkan karena transportasi, pembangkit listrik dan industri – industri penting mulai beroperasi kembali. Selama masa *lockdown* pada bulan April, terjadi peningkatan polutan primer PM₁₀ di sepuluh kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) tersebut, meskipun polutan primer PM₁₀ meningkat, kadar ini menjadi konsentrasi polutan terendah dibandingkan dengan tahun – tahun sebelumnya. Konsentrasi polutan PM_{2.5} juga mengalami penurunan di Kota Gurugram, Gaziabad, Noida, Faridabad dan Greater Noida hingga rata – rata 39% selama periode pertama *lockdown*.

Pengamatan kualitas udara di India juga dilakukan oleh Shehzad, *et. al.*⁽²³⁾, terjadi penurunan tingkat Nitrogen Dioksida selama masa *lockdown*, berdasarkan pengamatan yang dilihat melalui *The Copernicus Sentinel-5P satellite* selama 1 Januari 2020 hingga 24 Maret 2020 sebelum pemerintah menerapkan *lockdown* dibandingkan tanggal 25 Maret hingga 20 April 2020 selama penerapan *lockdown* terlihat adanya reduksi Nitrogen Dioksida yang signifikan. Dua kota paling ramai di India yaitu Delhi dan Mumbai mengalami penurunan konsentrasi Nitrogen Dioksida sebesar 40% hingga 50%. Penurunan produksi pada salah satu unit tenaga listrik terkemuka di India, *The Vindhyachal Super Thermal Power plant* juga mengalami penurunan produksi sebesar 15%. Penurunan yang sangat cepat selama *lockdown* bulan Maret 2020 juga terjadi pada penggunaan listrik di India, selama masa *lockdown* terjadi penurunan pemakaian listrik hingga 9,2%. Aman, *et. al.*⁽³¹⁾ dalam penelitiannya tentang polusi udara di wilayah Ahmedabad, India, menerangkan bahwa berdasarkan data yang didapat dari *Central Pollution Control Board (CPCB)*, terjadi peningkatan kualitas udara selama *lockdown* diterapkan. Konsentrasi PM_{2.5}, mengalami penurunan pada bulan April. Konsentrasi polusi

udara lain seperti PM₁₀ dan NO₂ juga mengalami penurunan yang signifikan. Konsentrasi NO₂ selama masa *lockdown* bahkan mencapai konsentrasi yang paling rendah dibandingkan 3 tahun terakhir.

Sejarah COVID-19 di Pakistan dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di Pakistan. Pandemi COVID-19 telah berpengaruh terhadap berbagai negara di dunia, termasuk Pakistan. Menteri Kesehatan Pakistan mengumumkan kasus COVID-19 pertama kali di Karachi, Provinsi Sindh pada tanggal 26 Februari 2020. Setelah 15 hari kasus COVID-19 meningkat hingga 20 kasus Penyebaran infeksi terus meningkat hingga mencapai 1.865 kasus dan sebanyak 25 kematian hingga tanggal 31 Maret ⁽³²⁾. Jumlah kasus positif dan kematian yang semakin meningkat, membuat pemerintah Pakistan memberlakukan *lockdown* selama satu bulan lamanya, dimulai pada tanggal 1 Maret hingga 15 April 2020 ⁽³³⁾. Pemerintah Pakistan memutuskan untuk memberlakukan *lockdown* di beberapa kota besar selama lebih dari satu bulan lamanya, sehingga berbagai layanan pun berhenti beroperasi, seperti berkurangnya pemakaian transportasi, berhenti beroperasinya berbagai pabrik, *wedding hall*, layanan kecantikan dan kantor – kantor yang tidak berkaitan dengan layanan kesehatan dan kebutuhan primer masyarakat. pemberhentian layanan ini tidak dilakukan secara total, terdapat beberapa layanan yang tetap beroperasi seperti rumah sakit, toko obat – obatan dan layanan kesehatan lainnya, toko makanan, sayuran atau kebutuhan pokok. Pemberlakuan *lockdown* sebagai upaya mengurangi penyebaran infeksi COVID-19 ternyata membawa dampak positif terhadap kualitas udara di Pakistan. Analisa polusi udara yang dilakukan oleh peneliti, melaporkan adanya pengurangan konsentrasi polusi udara selama penerapan *lockdown* di Pakistan. Khan, *et. al.* ⁽³³⁾ melakukan analisa polutan udara terhadap beberapa kota di Pakistan, menunjukkan adanya level AQI dalam kategori baik hingga sedang. Penerapan *lockdown* selama 2 bulan telah memberikan dampak yang signifikan terhadap konsentrasi polutan udara. Konsentrasi NO₂ dan PM_{2.5} mengalami penurunan selama masa *lockdown*, pada wilayah Lahore terjadi penurunan NO₂ sebesar 49%, dan wilayah Peshawar sebesar 45%. Pervaiz, *et. al.* ⁽³⁴⁾, melakukan penelitian terhadap kualitas udara di Lahore, Pakistan dengan mengunduh data dari *official website of Environment Protection Department* (EPD) dan Punjab *Environmental Quality Standards* (PEQs), juga melaporkan bahwa terjadi penurunan NO pada bulan Maret 2020 (selama penerapan *lockdown*), selain penurunan konsentrasi NO, polutan SO₂ juga mengalami hal yang sama. Kadar SO₂ di udara sangat erat kaitannya dengan kabut asap, selama masa *lockdown* berbagai industri berhenti beroperasi sehingga menjadi kadar SO₂ di udara berkurang. Awais, *et. al.* ⁽³⁵⁾ juga menganalisa polutan udara di Pakistan sebelum dan setelah diterapkannya *lockdown*, berdasarkan data yang dikumpulkan oleh NASA melalui satelit Sentinel - 5p menggunakan TROPOMI (*TROPospheric Monitoring Instrument*). Pengamatan dilakukan pada tanggal 23 Maret hingga 15 April 2020, terhadap lima daerah di Pakistan yaitu Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, dan Karachi. Semua wilayah tersebut mengalami reduksi NO₂, Peshawar sebesar 42%, Lahore sebesar 49%, Multan sebesar 20%, Islamabad sebesar 56% dan Karachi 35% selama *lockdown* (23 Maret hingga 15 April 2020). Hal ini membuktikan bahwa penurunan mobilitas transportasi mampu mengurangi sebagian besar polusi udara di perkotaan.

Sejarah COVID-19 di Indonesia dan Pengaruh Pembatasan Aktivitas Terhadap Kualitas Udara di Indonesia. Infeksi kasus Covid paling parah menyerang Cina terjadi pada bulan Desember 2019 hingga Februari 2020, pada saat kondisi ini masih belum dilaporkan adanya kasus di Indonesia. Kasus COVID-19 saat itu telah memasuki negara – negara yang berada disekitar Indonesia, tetapi pemerintah Indonesia tidak memberhentikan, memberlakukan pembatasan perjalanan ataupun menyediakan karantina khusus bagi Warga Negara Indonesia ataupun Warga Negara Asing yang melakukan perjalanan dari daerah terinfeksi Covid bahkan dari daerah yang terdampak COVID-19 paling parah saat itu yaitu Wuhan, Cina. Melihat kondisi COVID-19 yang semakin parah, pada tanggal 27 Januari 2020 Indonesia mulai menerapkan larangan perjalanan dari Provinsi Hubei, Cina yang merupakan daerah paling parah dan tempat berawal pandemi COVID-19, meskipun saat itu WHO belum mengumumkan COVID-19 sebagai pandemi ⁽³⁶⁾.

Kasus COVID-19 pertama kali dilaporkan oleh Presiden Republik Indonesia Joko Widodo pada tanggal 2 Maret 2020. Jumlah kasus COVID-19 terus meningkat, hingga pada tanggal 15 Maret 2020, pemerintah Republik Indonesia mengumumkan diterapkannya *Social Distancing* dengan memerintahkan seluruh masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas dari rumah, seperti bekerja, kegiatan belajar, dan beribadah ⁽³⁷⁾. Hal ini bertujuan untuk mengurangi interaksi atau menghindari kontak dekat yang dapat menyebabkan penyebaran virus semakin meningkat. Kasus COVID-19 di Indonesia semakin tinggi, hingga 31 Maret 2020 dilaporkan sebanyak 1.528 kasus dan 136 kematian, bahkan *Case Fatality Rate* di Indonesia sebesar 8,9%. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan *Case Fatality Rate* di Cina sebesar 4%, hingga pada akhir Maret 2020, melihat perkembangan infeksi COVID-19 yang sangat tinggi, dengan mempertimbangkan berbagai aspek, pemerintah Indonesia memberlakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) di berbagai kota dan provinsi ⁽³⁸⁾. Selama diterapkannya *lockdown* baik total ataupun parsial yang membuat berkurangnya kegiatan transportasi, tutupnya industri, toko – toko, cafe dan tempat lainnya di beberapa negara seperti Cina, Pakistan dan India dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara, namun hal ini tidak terjadi di Indonesia.

Caraka *et. al.* ⁽¹³⁾ melakukan penelitian perubahan kualitas udara selama diterapkannya pembatasan skala besar yang pada beberapa kota di Indonesia. Analisa kualitas udara dilakukan terhadap *Particle Material*, SO₂, CO, NO₂, CO₂ dan *Hydrocarbon*, pada lima kota dan provinsi yang menerapkan pembatasan aktivitas

publik selama pandemi COVID-19 yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Barat, Jawa Timur, Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan, tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap densitas CO sebelum dan setelah diterapkannya pembatasan sosial berskala besar, begitu pula dengan HCHO, NO₂, dan SO₂, yang mencapai densitas terendah pada bulan Maret, tetapi perubahan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Penerapan PSBB diatur dalam Peraturan Pemerintah Nomor 21 Tahun 2020. Provinsi Pertama yang menerapkan PSBB adalah DKI Jakarta sejak 10 April 2020 sampai 24 April 2020.

Pengamatan kualitas udara pada tanggal 1 hingga 18 Mei 2020 selama pandemi COVID-19 di tiga kota di Indonesia yaitu Jambi, Surabaya dan Jakarta juga dilakukan oleh Wibowo, *et. al.*⁽²⁵⁾. Hasil penelitian menunjukkan, pada awalnya konsentrasi PM_{2.5} di Jakarta menurun tetapi hal ini tidak berlangsung lama, kemudian kadar PM_{2.5} meningkat. Peningkatan di Jakarta ini diduga karena aktivitas transportasi yang tetap berjalan selama masa pandemi. Ketakutan masyarakat untuk menggunakan transportasi umum, sehingga beralih menggunakan kendaraan pribadi untuk menghindari keramaian. Konsentrasi PM_{2.5} di wilayah Jambi dan Surabaya selama 18 hari pemantauan di bulan Mei juga tidak menunjukkan penurunan. Hal ini disebabkan karena aktivitas industri dan kegiatan masyarakat juga tidak menurun secara signifikan sehingga tidak berpengaruh besar terhadap konsentrasi PM_{2.5}. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Myllyvirta, *et. al.*⁽³⁹⁾, pada awal tahun 2020 meskipun adanya pandemi COVID-19, kualitas udara di Jakarta dari bulan Maret hingga Mei tetap dalam level sedang hingga tidak sehat. Konsentrasi PM_{2.5} selama bulan Maret hingga Juni 2020, tidak mengalami penurunan bahkan konsentrasi polutan ini meningkat. Dampak pengurangan aktivitas dan penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar yang terjadi di Indonesia tidak seperti negara lain yang mengalami peningkatan kualitas udara. Jakarta merupakan daerah dengan konsentrasi PM_{2.5} paling tinggi selama 18 hari pemantauan dibandingkan dengan Jambi dan Surabaya. Jakarta merupakan kota dengan kepadatan penduduk dan aktivitas yang tinggi sehingga polusi udara yang ditimbulkan akibat aktivitas pendudukpun tinggi⁽²⁵⁾.

KESIMPULAN

Penerapan *lockdown* atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara secara signifikan pada beberapa negara di Asia seperti Cina, India dan Pakistan. Kejadian ini tidak terjadi di seluruh negara di Asia, seperti di Indonesia konsentrasi polusi udara tidak menurun secara signifikan. Adanya *lockdown* atau pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang. Negara seperti Indonesia tidak terjadi penurunan polusi udara disebabkan karena aktivitas industri dan pergerakan transportasi juga tidak berkurang secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al Mutair A, Ambani Z. Narrative review of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: updates and implications for practice. *J Int Med Res.* 2019;48(1):1–6.
2. Al-Osail AM, Al-Wazzah MJ. The history and epidemiology of Middle East respiratory syndrome corona virus. *Multidiscip Respir Med.* 2017;12(1):1–6.
3. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J Adv Res.* 2020;24:91–8.
4. Kumar D. Corona Virus: A Review of COVID-19. *Eurasian J Med Oncol.* 2020;4(1):8–25.
5. Waris A, Atta UK, Ali M, Asmat A, Baset A. COVID-19 outbreak: current scenario of Pakistan. *New Microbes New Infect.* 2020;35(C):1–6.
6. Baj J, Karakula-Juchnowicz H, Teresiński G, Buszewicz G, Ciesielka M, Sitarz E, et al. COVID-19: Specific and Non-Specific Clinical Manifestations and Symptoms: The Current State of Knowledge. *J Clin Med.* 2020;9(6):1–22.
7. Kaushik S, Kaushik S, Sharma Y, Kumar R, Yadav JP. The Indian perspective of COVID-19 outbreak. *VirusDisease.* 2020;31(2):146–53.
8. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 overview and infection prevention and control priorities in non-US healthcare settings. Vol. 2019, 2020 West Nile virus update. 2020. p. 1–6.
9. World Health Organization. Transmisi SARS-CoV-2 : implikasi terhadap kewaspadaan pencegahan infeksi. Pernyataan keilmuan. 2020;1–10.
10. World Health Organization. Archived: WHO Timeline - COVID-19. World Health Organization. 2020. p. 2020.
11. One World – Nations Online. Population Figures for all Countries. 2015.
12. Suryani AS. Dampak Pandemi Covid-19 Terhadap Lingkungan Global. *Bid Kesejaht Sos [Internet].* 2020;XII(13):13–8. Available from: <http://yayasanpulih.org/2020/04/dampak-pandemi-covid-19-bagi-perempuan/>
13. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(SI):65–84.
14. Turner J. Air Pollution Exposure Indicators: Review of Ground-Level Monitoring Data Availability and Proposed Calculation Method. *Chest.* Paris: OECD Publishing; 2016.
15. Wu J, Zhang P, Yi H, Qin Z. What causes haze pollution? An empirical study of PM_{2.5} concentrations in Chinese

- cities. *Sustain.* 2016;8(2):1–14.
16. Environment Protection Authority Victoria Victoria. Sulfur dioxide in the air | Environment Protection Authority Victoria. 2020.
17. Gupta N, Tomar A, Kumar V. The effect of COVID-19 lockdown on the air environment in India. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(SI):31–40.
18. American Lung Association. Nitrogen Dioxide - American Lung Association. 2014.
19. Suarez I, Myllyvirta L. COVID19 Lockdowns across Southeast Asia improve air quality – but not everywhere. the Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). 2020.
20. Bao R, Zhang A. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Sci Total Environ.* 2020;731(1954):139052.
21. Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T. Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city. *Sci Total Environ.* 2020;742:140556.
22. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res.* 2020;188(May):109835.
23. Sarfraz M, Shehzad K, Shah SGM. The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown. *Environ Pollut.* 2020;266:115080.
24. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;1–6.
25. Wibowo YG. Air Quality Impact during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area). *Eur J Heal Biol Educ.* 2020;9(1):9–14.
26. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(Special Issue):65–84.
27. Yuan Z, Xiao Y, Dai Z, Huang J, Zhang Z, Chen Y. Modelling the effects of wuhan's lockdown during covid-19, china. *Bull World Health Organ.* 2020;98(7):484–94.
28. Cole MA, Elliott RJR, Liu B. The Impact of the Wuhan Covid-19 Lockdown on Air Pollution and Health: A Machine Learning and Augmented Synthetic Control Approach. *Environ Resour Econ.* 2020;76(4):553–80.
29. Mahajan P, Kaushal J. Epidemic Trend of COVID-19 Transmission in India During Lockdown-1 Phase. *J Community Health.* 2020;45(6):1291–300.
30. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res.* 2020;188:1–15.
31. Aman MA, Salman MS, Yunus AP. COVID-19 and its impact on environment: Improved pollution levels during the lockdown period – A case from Ahmedabad, India. *Remote Sens Appl Soc Environ.* 2020;20:1–7.
32. Nafees M, Khan F. Pakistan's response to COVID-19 pandemic and efficacy of quarantine and partial lockdown: A review. *Electron J Gen Med.* 2020;17(6):17–20.
33. Khurshied AK. Air Quality Index with Particulate Matter (PM2.5) Improved after National Lockdown during COVID-19 Outbreak across Pakistan. *Open Access J Biog Sci Res.* 2020;3(2):3–8.
34. Pervaiz S, Javid K, Khan FZ, Zahid Y, Akram MAN. Preliminary assessment of air during covid-19 lockdown: An unintended benefit to environment. *Environ Nat Resour J.* 2020;18(4):363–75.
35. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;3(3):1–6.
36. Djalante R, Lassa J, Setiamarga D, Sudjatma A, Indrawan M, Haryanto B, et al. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020. *Prog Disaster Sci.* 2020;6:100091.
37. WHO. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) World Health Situation Report - 1. *J Am Med Womens Assoc.* 2020;2019(March):8.
38. Setiati S, Azwar MK. COVID-19 and Indonesia. 2020;(April).
39. Myllyvirta L, Analyst L, Suarez I, Uusivuori E, Thieriot H, Lead D. Transboundary Air Pollution in the Jakarta , Banten , and West Java provinces da A P Ja a a Ba e a d We ce Ja a he. 2020;(August).

<http://dx.doi.org/10.33846/sf11101>

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di

Asia: Literature Review

Novi Dian Arfiani

Department of Environmental Health, Universitas Airlangga; novid994@gmail.com

ABSTRACT

COVID-19 was first detected in December 2020 in Wuhan, China. The spread of COVID-19 infection increased in China and it has spread to many countries with high number of cases. Various strategies were carried out to prevent increasing these cases, one of the implemented methods was lockdown or restriction of community activities. As a result of lockdown implementation or restriction of community activities, there was air quality improvement in many regions because of decreasing industrial and transportation activities. Discussion: The Chinese community was able to reduce their travel or activity during a lockdown and the concentration of air pollutants such as SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂, and CO were decreasing in China. The implementation of lockdown is also able to reduce air pollution in many big cities in India by 50%. Besides, lockdown in Pakistan also has an impact on air quality. The level of AQI (Air Quality Index) in Pakistan was in the good to moderate category during the lockdown, the concentration of NO and SO₂ have also decreased. But, the same thing did not happen in Indonesia, the implementation of Large-Scale Social Restrictions was able to reduce the density of HCHO, NO₂, and SO₂ in March 2020, but this decreasing did not show a significant difference between before and after the implementation of PSBB, because of the community activities did not decrease significantly. Conclusion: The implementation of lockdown or activities restriction to reduce the spread of COVID-19 cases can also decrease air pollution in several countries in Asia. Lockdown and activity restriction could reduce industrial activities and transportation movement, so air pollution could also reduce.

Keywords : COVID-19, lockdown, air pollution, air quality, Asia.

ABSTRAK

COVID-19 pertama kali terdeteksi pada Desember 2020 di Wuhan, Cina. Penyebaran infeksi COVID-19 terus meningkat di Cina dan dalam waktu singkat menyebar ke berbagai negara dengan jumlah kasus yang tinggi. Berbagai strategi dilakukan untuk mencegah peningkatan kasus, salah satu cara yang diterapkan yaitu lockdown atau pembatasan aktivitas masyarakat. Akibat penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas ini, dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara di berbagai wilayah karena berkurangnya kegiatan industri dan transportasi. masyarakat Cina mampu mengurangi tingkat perjalanan atau aktivitasnya selama penerapan lockdown. Selama diterapkannya Lockdown, konsentrasi pencemar udara seperti SO₂, PM_{2.5}, PM₁₀, NO₂ dan CO menurun di Cina. Penerapan lockdown juga mampu mengurangi polusi udara di kota – kota besar India hingga 50%. Selain itu, lockdown di Pakistan juga memberikan dampak terhadap kualitas udara, diketahui level AQI (Air Quality Index) dalam kategori baik hingga sedang selama masa lockdown, NO dan SO₂ juga mengalami penurunan konsentrasi. Hal yang sama tidak terjadi di Indonesia, adanya Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB), dapat menurunkan densitas HCHO, NO₂, dan SO₂ pada bulan Maret tetapi penurunan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan antara sebelum dan sesudah diterapkannya PSBB, karena aktivitas masyarakat juga tidak berkurang secara signifikan. Penerapan lockdown atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara di beberapa negara di Asia. Adanya lockdown dan pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang.

Kata Kunci : COVID-19, lockdown, polusi udara, kualitas udara, Asia.

PENDAHULUAN

Masyarakat Cina, tepatnya di provinsi Guangdong pada bulan November tahun 2002 diserang oleh virus yang saat ini dikenal dengan nama *Severe Acute Respiratory Syndrome* (SARS) yang disebabkan oleh virus SARS-CoV. Virus ini merupakan anggota dari Beta-coronavirus. Penderita mengalami pneumonia dan cedera alveolar yang menyebabkan *Acute Respiratory Distress Syndrome* (ARDS). Penyakit yang berawal dari provinsi Guangdong, Cina ini menyebar dengan cepat ke negara lain, setelah beberapa bulan kasus meningkat sangat pesat menjadi 8.096 kasus dengan 774 kematian yang tersebar di 26 negara. Setelah itu, infeksi corona dari subkelompok beta-coronavirus juga dideteksi di Jeddah, Saudi Arabia pada tanggal 13 Juni 2012. Mayoritas kasus infeksi Coronavirus ini dilaporkan berada di wilayah Mediterania Timur (*The Eastern Mediterranean*), sehingga dinamakan dengan *Middle East Respiratory Syndrome Coronavirus* (MERS-CoV) (1). Sebagian besar infeksi berada di Arab Saudi dengan tingkat kematian 38,7%, tetapi penyebaran virus sangat cepat sehingga menyerang berbagai negara selain Uni Emirat Arab seperti Qatar, Bahrain, Kuwait, Jordan, and Tunisia (1,2). Infeksi yang terjadi di luar wilayah Timur Tengah banyak berawal dari orang – orang yang memiliki riwayat perjalanan ke Timur Tengah. Individu yang terinfeksi, dapat mengalami pneumonia, gagal ginjal, dan ARDS seperti gejala SARS-coronavirus (3). Virus ini bahkan menginfeksi lebih dari 2.428 orang dan menyebabkan 838 kematian.

Infeksi Coronavirus kembali melanda masyarakat Cina tepatnya di Wuhan, Provinsi Hubei, pada Desember 2019. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya bahwa, wabah ini merupakan wabah virus corona yang ketigakalnya setelah sebelumnya terjadi wabah SARS-CoV dan MERS-CoV. Pemerintah Cina melaporkan kepada World Health Organization (WHO) adanya penyakit yang menyerang warga Wuhan dengan gejala pneumonia yang belum diketahui penyebabnya. Kasus tersebut berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan yang menjual hewan hidup seperti kelelawar, katak, ular, burung, marmut dan kelinci. *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC) Republik Rakyat Cina, pada tanggal 7 Januari 2020 menganalisis sampel pernafasan dari penyakit tersebut dan mendokumentasikan bahwa pneumonia yang berawal dari Hunan *Seafood Market* di Wuhan, Cina tersebut merupakan virus baru yang dinamakan 2019-nCoV (4,5). Namun, setelah dilakukan penyelidikan lebih lanjut beberapa warga yang terinfeksi tidak memiliki riwayat perjalanan ke Hunan *Seafood Market*. Penyelidikan terus dilakukan, pada tanggal 11 Februari 2020, *International Committee on Taxonomy of Virus* memberikan nama terhadap virus ini sebagai *Severe Acute Respiratory Syndrome Coronavirus-2* (SARS-CoV-2), di hari yang sama WHO memberikan nama terhadap virus ini yaitu Coronavirus disease-19 (COVID-19).

Gejala klinis penderita COVID-19 bervariasi tergantung dari tingkat keparahan. Umumnya pasien COVID-19 mengalami gejala panas, sesak nafas, batuk, radang tenggorokan, hidung tersumbat, malaise, dan sakit kepala atau gejala lainnya yang sangat mirip dengan gejala penyakit pernafasan (6). Individu dengan riwayat penyakit penyerta lainnya dapat memperparah keadaan pasien COVID-19, seperti penyakit kardiovaskular, hipertensi, diabetes, dan usia pasien juga sangat berpengaruh. Pasien dengan usia yang lebih muda akan memiliki kemungkinan tingkat kesembuhan yang tinggi dibandingkan dengan pasien usia tua disertai dengan penyakit lainnya yang dapat memperparah keadaan pasien sehingga membutuhkan perawatan yang intensif (7).

CDC (8) mengeluarkan beberapa cara yang dapat dilakukan untuk mencegah individu dari infeksi SARS-CoV-2 yaitu tidak menyentuh wajah, hidung dan mulut dengan tangan karena tangan dapat menjadi sumber infeksi, menghindari kontak dekat dengan orang lain karena individu yang terinfeksi tanpa menunjukkan gejala dapat menyebarkan virus, melakukan karantina mandiri atau berada didalam rumah apabila dalam keadaan tidak sehat, menerapkan etika batuk atau bersin yang benar yaitu dengan menutup mulut atau hidung ketika bersin atau batuk menggunakan tisu kemudian membuangnya dengan benar, menjaga jarak dengan orang lain minimal 1 meter, membersihkan dan melakukan desinfeksi pada permukaan benda yang sering disentuh, mencuci tangan selama 40 – 60 detik menggunakan sabun dan air atau menggunakan *handsanitizer* dengan kandungan alkohol minimal 60% .

SARS-CoV-2 dapat ditularkan melalui berbagai cara. Menurut WHO (9) ada beberapa transmisi SARS-CoV-2 yaitu transmisi kontak, *droplet* dan fomit. Penularan melalui kontak dan *droplet* dapat terjadi ketika individu melakukan kontak langsung, kontak tidak langsung atau kontak dengan sekret yang dikeluarkan oleh penderita saat batuk atau bersin. Penularan juga dapat terjadi ketika *droplet* yang dikeluarkan oleh individu yang terinfeksi mengkontaminasi permukaan benda sehingga disebut fomit (permukaan yang terkontaminasi). Daya hidup SARS-CoV-2 di permukaan benda bervariasi tergantung dengan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan dan jenis permukaannya. Apabila permukaan yang terkontaminasi tersebut disentuh oleh orang lain kemudian individu tersebut menyentuh mulut, mata atau hidung maka orang tersebut akan terinfeksi.

Kasus COVID-19 dengan sangat cepat menyebar ke berbagai negara di dunia. Kementerian Kesehatan, Tenaga Kerja dan Kesejahteraan Jepang, melaporkan kasus pertama COVID-19 pada tanggal 15 Januari 2020, kemudian pada tanggal 20 Januari 2020 National IHR *Focal Point* Korea juga melaporkan kasus pertama COVID-19 di negaranya, pada akhir Januari 2020 dilaporkan 7.734 kasus positif di Cina dan 90 kasus dari negara lain seperti Thailand, Jepang, Malaysia, Iran, Italia, India, USA, Kanada, Taiwan, Vietnam, Perancis,

Nepal, Kamboja, Jerman, Singapura, Korea, United Emirates Arab, Sri Lanka, Filipina, Australia and Finlandia. Penyebaran virus yang cepat membuat kasus terus meningkat, hingga tanggal 30 Januari 2020 WHO mendeklarasikan wabah novel coronavirus (2019-nCoV) sebagai *Public Health Emergency of International Concern* (PHEIC) (10). Melihat tingkat keparahan dan penyebaran virus ini, pada tanggal 11 Maret 2020, WHO menyatakan COVID-19 sebagai pandemi.

Jumlah kasus COVID-19 yang terdeteksi sudah melebihi 2,3 juta kasus dari 200 negara lebih di dunia. Berbagai strategi dilakukan oleh pemerintah masing – masing negara di dunia untuk mencegah peningkatan kasus COVID-19. *Lockdown* merupakan salah satu cara yang diterapkan oleh pemerintah untuk mencegah penyebaran kasus. Pemerintah pusat China dan diikuti oleh negara lainnya mencoba menerapkan *lockdown* sebagai langkah membatasi penyebaran kasus. Penerapan *lockdown* tersebut sangat berpengaruh terhadap berbagai sektor seperti, kegiatan industri, toko – toko, perkantoran, dan transportasi berhenti beroperasi. Aktivitas dan kegiatan industri yang berkurang drastis, berdampak pada berkurangnya emisi antropogenik di atmosfer yang dapat meningkatkan kualitas udara, terutama di kota – kota industri dengan tingkat kepadatan penduduk yang tinggi. populasi penduduk yang tinggi membuat permintaan makanan, layanan, listrik, rumah, pemakaian kendaraan juga meningkat sehingga polutan udara yang dihasilkan juga akan meningkat. Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi yaitu Cina, India, Indonesia dan Pakistan (11). Negara di Asia dengan populasi penduduk yang tinggi seperti India, Pakistan dan Cina merupakan negara – negara yang masuk dalam 30 daftar negara paling tercemar di Asia.

Polusi udara adalah zat yang berada di udara yang secara signifikan mengubah komposisi udara (12). Polusi udara di negara – negara berkembang umumnya berkaitan dengan kadar NO₂, PM_{2.5}, dan PM₁₀ yang dihasilkan oleh kegiatan industri dan antropogenik, terutama terkait polusi transportasi. *Air Quality Guidelines* (AQG) dari WHO menetapkan lima parameter polutan udara yang terdiri dari NO₂, ozon atau O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan sulfur dioksida (SO₂) (13). *Particulate Matter* dengan diameter kurang dari 2,5 mikrometer disebut PM_{2.5} yang dapat dihasilkan langsung dari proses pembakaran (PM Primer) dan juga dapat dihasilkan dari konversi gas menjadi partikel. Gas yang dihasilkan oleh kendaraan dan industri sangat erat kaitannya dengan konsentrasi PM_{2.5} di udara (14). *Particulate Matter* dengan diameter 10 mikrometer atau kurang disebut dengan PM₁₀, biasanya ditemukan di asap rokok dan debu jalan yang tidak diaspal, asap, industri, knalpot dan mobil (15). Konsentrasi Sulfur dioksida (SO₂) terutama ditemukan di negara dengan tingkat industri dan lalu lintas yang padat khususnya negara yang menggunakan bahan bakar mengandung sulfur seperti batu bara (13). Ozon (O₃) dihasilkan dari reaksi kimia antara senyawa organik yang mudah menguap tetapi tidak dipancarkan langsung ke udara, reaksi ini dapat diproduksi dari hasil polutan yang dipancarkan oleh kendaraan, pembangkit listrik, dan pabrik kimia (16). Nitrogen dioksida (NO₂) merupakan polutan udara yang terdiri dari Nitrogen dan Oksigen (17). Polutan ini dapat terbentuk dari hasil pembakaran bahan bakar fosil seperti batu bara, minyak, gas atau solar pada suhu tinggi misalnya hasil dari polusi lalu lintas. Oleh karena itu, kelima polutan udara (NO₂, O₃, PM_{2.5}, PM₁₀, dan SO₂) memiliki konsentrasi yang tinggi pada negara dengan kegiatan industri, dan aktivitas masyarakat yang tinggi seperti China, India, Pakistan dan Indonesia. Beberapa kota dengan aktivitas masyarakat yang tinggi dilaporkan mengalami perubahan udara yang lebih bersih dan juga langit yang lebih cerah dibandingkan sebelum *lockdown* diterapkan. Penurunan tingkat NO₂ dilaporkan terjadi di Kuala Lumpur, Manila dan Bangkok, seiring dengan diterapkannya *lockdown* (18).

Pembatasan aktivitas manusia selama masa pandemi COVID-19 dan berhentinya berbagai kegiatan ekonomi, termasuk beberapa sektor industri, telah berkontribusi pada penurunan emisi global. Pusat Penelitian Energi dan Udara Bersih (CREA) merilis bahwa emisi CO₂ dunia tercatat mengalami penurunan hingga 17% akibat karantina COVID-19 yang diterapkan di berbagai negara. Hampir setengah (43%) dari penurunan emisi global selama puncak lockdown berasal dari sektor transportasi dan industri, terutama kendaraan bermotor dan pabrik manufaktur komersial (19).

Literatur review ini bertujuan untuk melihat perubahan konsentrasi polusi udara ketika diterapkan *lockdown* di Asia. Cina, India, Pakistan dan Indonesia sebagai negara dengan populasi penduduk yang paling tinggi di Asia dipilih untuk mewakili perubahan konsentrasi polusi udara di Asia. *Literatur review* ini mencoba menjawab pertanyaan berikut : apakah penerapan *lockdown* memberikan dampak penurunan konsentrasi polusi udara di Asia yang diwakilkan oleh Cina, India, Pakistan dan Indonesia, dimana negara – negara ini merupakan negara dengan tingkat populasi penduduk yang tinggi.

METODE

Metode yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu mencari studi pustaka secara sistematis dengan beberapa strategi seperti pemilihan kata kunci sumber atau jurnal yang berkaitan perubahan konsentrasi polusi udara selama *lockdown* atau pembatasan aktivitas akibat pandemi COVID-19 pada beberapa negara di Asia. Manuskrip ini melakukan pencarian literatur di mesin pencari seperti Researchgate, Sciencedirect, Springer, Global Journal of Environmental Science and Management dan Pubmed untuk mengunduh beberapa hasil penelitian yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Sumber pustaka yang digunakan merupakan pustaka terbaru yang dipublikasikan paling lambat 5 tahun terakhir. Sumber pustaka dapat berasal dari buku,

laporan penelitian, artikel dan review artikel yang berkaitan dengan topik yang akan dibahas. Kata kunci yang digunakan dalam *literature review* ini yaitu “*history of COVID-19 in China and Impact of lockdown on air pollution in China*”, terdapat sekitar 15.300.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in India and impact of lockdown on air pollution in India*”, terdapat sekitar 10.700.000 hasil pencarian, “*history of COVID-19 in Pakistan and impact of lockdown on air pollution in Pakistan*”, terdapat sekitar 3.850.000 hasil pencarian, dan “*history of COVID-19 in Indonesia and Impact of lockdown on air pollution in Indonesia*”, terdapat sekitar 2.720.000 hasil pencarian. Setelah menganalisa berbagai sumber pustaka yang ditemukan, *literature review* ini akan membahas 35 sumber termasuk buku, laporan penelitian, dan artikel ilmiah.

HASIL

Pengaruh Lockdown dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia

Penelitian ini meneliti terkait Pengaruh Lockdown dan pembatasan aktivitas fisik selama pandemi di Asia disajikan pada Tabel 1. penelitian hanya dibatasi pada Negara Asia dimana terdiri dari Negara Indonesia, China, India, Pakistan, Telah banyak penelitian yang membahas dampak lockdown terhadap Indeks Kualitas Udara.

Tabel 1. Ringkasan lokasi penelitian yang dilaporkan dalam literatur

Authors	Research Title	Population	Method	Result	Conclusion
Bao R, Zhang A (19)	Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China	The research was analyzing 44 cities in Cina	Daily data of 24 hours for AQI (Air Quality Index), PM ₁₀ , PM _{2.5} , and CO was collected from real-time monitoring result in the MEE (http://datacenter.mee.gov.cn/)	The analysis result showed a decrease in AQI around 7.80% during the lockdown period compared to usual days. The concentration of five other air pollutants such as SO ₂ was decreasing around 6.76%, PM _{2.5} around 5.93%, PM ₁₀ around 13.66%, NO ₂ around 24.67%, and CO around 4.58%.	The conclusion of this research was human activities such as reducing the movement of unimportant individuals activities can improve air quality.
Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T (21)	Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city	This research analyzed air quality in Wuhan, China.	Daily data for the Air Quality Index (AQI) from January 1 st , 2016 to February 31 st , 2020, have been collected from Wuhan Ecology and Environment Bureau (http://hbj.wh.gov.cn/). Hubei observation data were collected from China National Environmental Monitoring Center (http://www.cnemc.cn/).	The research result showed a decrease on AQI level after the lockdown was implemented in Wuhan. The average AQI in Wuhan decreased around 47.5% compared to the same period in 2015 to 2019. Besides, there was a reduction in PM ₁₀ concentration around 40.2%, and NO concentration also got a decreasing around 53, 33%.	The results of this study indicated an increase on air quality during the lockdown period. The highest decrease was in the concentration of NO ₂ , and PM ₁₀ and PM _{2.5} .
Mahato S, Ghosh KG (24)	Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2	This study analyzed the impact of lockdown on air pollution in 10 cities in India (Delhi, Ghaziabad, Faridabad, Gurugram, Noida, Muzaffarnagar, Bulandshahr, Greater Noida, Jind, and Bhiwadi).	The air pollution data were collected from data on the air quality web portal (https://app.cpcbcr.com/AQI_India/).	The study result showed there was an increase on air quality in Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar, and Ghaziabad cities more than 50%, in the first 3 weeks of lockdown compared to 2 weeks before the lockdown was applied, and all cities showed improvement on air quality more than 37% in the first lockdown compared with before lockdown.	The lockdown was implemented to reduce the spread of COVID-19 infection has reduced air pollution concentration compared to the last 2-5 years, especially in industrial cities.
Shehzad K, Sarfraz M, Shah SGM (25)	The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown	This study analyzed air quality in Delhi dan Mumbai cities.	Data was taken from the European Space Agency (ESA) and CPCB online portal.	The analysis result showed a decrease on NO ₂ level during the lockdown period in Delhi city. level of NO ₂ before lockdown was 65 ug / m ³ , after lockdown was applied the levels decreased significantly to 12 to 25 (ug / m ³). Mumbai city also	The conclusion from this study was lockdown can have a good impact on air quality in India.

				showed a reduction in the level of NO ₂ during lockdown.	
Awais M, Wei L, Ajmal M, Ashraf MU (30)	Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan	Air pollution concentration were observed in several cities in Pakistan, (Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, and Karachi)	data was collected from result observation was done by NASA using Sentinel-5p satellite	This study results showed a reduction in NO ₂ levels, Peshawar city has decreased around 45%, Lahore was 49%, Multan was 20%, Islamabad was 56%, and Karachi was 35%.	implementation of lockdown by limiting individual activities, transportation, industrial activities and others, can have a good impact in air pollution, especially in city with large economic activities.
Shareef A, Hashmi DR	Impacts of COVID-19 Pandemic on Air Quality Index (AQI) During Partial Lockdown in Karachi Pakistan	Air pollution analysis was doing in 14 different locations along Karachi road, Pakistan.	Air pollution monitoring was carried out by using UV Fluorescent SO ₂ Analyzer Model AF22 M, NO-NOx Analyzer Model AC 32M, and Snifit CO Analyzer (Model 50). AQI determination (Air Quality Index) was based on the US-EPA (US-EPA, 2012).	The results of data analysis showed AQI (Air Quality Index) level of air pollution was moderate and good during the partial lockdown period. concentrations of PM ₁₀ , CO, SO ₂ , NO ₂ also have a significant reduction during partial lockdown compared to the last 5 years.	Partial lockdown had an impact on air quality.
WibowoYG, Ramadan BS, Desviona N, Edison (34)	<i>Air Quality Impact during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area)</i>	This study analyzed air pollution change in Jambi, Jakarta, and Surabaya city.	This study used data that was collected from the world Air Quality Index.	The study result showed there was no significant change on PM _{2.5} concentrations during the COVID-19 pandemic (18 days of monitoring in May 2020) in Jakarta, Surabaya, and Jambi city.	The conclusion of this study was there is a correlation between the COVID-19 pandemic and air quality.
Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, Gio PU, Chen RC, Toharudin T, Pardamean B (12)	Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia	This study learned about environmental changes in Jakarta, East Java, West Java, Central Java, and South Sulawesi.	Data were collected from Copernicus Sentinel -5 Precursor (Sentinel-5P) using TROPOspheric Monitoring Instrument (TROPOMI).	The study result showed no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentrations before and after the implementation of large-scale social activity restrictions.	In general, there were no significant differences in CO, HCHO, NO ₂ , and SO ₂ concentration during activity restriction. So it was better if the large-scale restriction was applied or did activities as usual and implemented health protocols.

DISKUSI

Sejarah COVID-19 di China dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di China. Infeksi SARS-CoV-2 yang berawal dari Wuhan, Provinsi Hubei, sangat cepat menyebar ke berbagai daerah di Cina. Kasus COVID-19 yang semakin meningkat membuat pemerintah Cina menerapkan *lockdown* sebagai langkah untuk mengurangi penyebaran virus. Penerapan *lockdown* pertama kali di Wuhan terjadi pada tanggal 23 Januari 2020 (20). *Lockdown* tersebut merupakan upaya sanitasi kordon terbesar dalam sejarah. Adanya *lockdown* membuat berhentinya berbagai aktivitas penduduk, penutupan pabrik, dan pelarangan perjalanan masuk dan keluar kota yang tidak penting. Larangan perjalananpun diterapkan di 207 kota (termasuk ibu kota provinsi dan kota subprovinsi) pada tanggal 12 Februari 2020 di Cina. Pemberhentian layanan bus juga dilakukan di Tiongkok pada tanggal 28 Januari 2020. Selama penerapan *lockdown* (23 Januari hingga 15 feburari 2020) mampu

mengurangi tingkat perjalanan masyarakat Cina, hal ini dapat dibuktikan dengan data dari Baidu Migration bahwa terjadi penurunan orang yang melakukan perjalanan keluar masuk Wuhan hingga 91,6% dibandingkan dengan tahun 2019 selama periode yang sama (27). Penurunan aktivitas, kegiatan industri dan kegiatan lainnya dapat memberikan dampak positif terhadap penurunan polusi di udara. Menurut analisis data empiris yang diterangkan dalam Bao dan Zhang (20), terjadi penurunan tingkat emisi polusi udara secara signifikan selama diterapkan pembatasan perjalanan pada 44 kota di China. AQI menunjukkan penurunan sebesar 7,80% dan konsentrasi lima pencemar udara juga menurun, SO₂ menurun sebesar 6,76%, PM_{2.5} sebesar 5,93%, PM₁₀ sebesar 13,66%, NO₂ sebesar 24,67% dan CO sebesar 4,58%. Tidak mudah untuk menghentikan mobilisasi secara total, tetapi pengurangan aktivitas individu yang tidak penting mampu meningkatkan kualitas udara.

Penelitian terhadap konsentrasi polusi udara di Cina juga dilakukan oleh Cole, *et. al.* (28), dalam penelitiannya dijelaskan bahwa penurunan polusi udara sangat bermacam – macam selama *lockdown*. Sebelum diterapkan *lockdown* konsentrasi NO₂ di China mendekati batas maksimal kesehatan menurut WHO, namun setelah penerapan *lockdown* konsentrasi menurun sehingga kadar NO₂ dalam batas aman, penurunan kadar NO₂ terjadi sebesar 63%. Penurunan juga terjadi pada kadar PM₁₀ dengan penurunan sebesar 20 µg/m³, meskipun CO dan SO₂ tidak mengalami penurunan.

Sejarah COVID-19 di India dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di India. Kejadian COVID-19 pertama kali terdeteksi di India pada tanggal 30 Januari 2020 di bagian Kerala, India, ketika tiga siswa kembali dari Wuhan, Cina tempat berawalnya COVID-19 (4,7). Infeksi COVID-19 menyebar sangat cepat pada beberapa kota di India. Delhi, Maharashtra, dan Gujarat merupakan daerah dengan infeksi tertinggi COVID-19 di India, hingga akhir Maret dilaporkan sekitar 1400 kasus positif (29). Infeksi terus menyebar, hingga 8 Mei 2020 tercatat 17.974 kasus di Maharashtra, 5.980 kasus di Delhi dan 7.012 kasus di Gujarat. Menanggapi kasus COVID-19 yang terus meningkat, pemerintah India menerapkan *lockdown* pertama kali selama 14 hari pada tanggal 22 Maret hingga 13 April 2020 (30). Tingkat penyebaran COVID-19 yang terus meningkat hingga 14 April 2020 menjadi 10.000 kasus (29). Pemerintah India melanjutkan *lockdown* kedua pada tanggal 14 April hingga 3 Mei 2020. Penerapan *lockdown* sebagai upaya untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19, memberikan dampak positif terhadap kualitas udara di India. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Mahato, *et. al.* (30), kualitas udara 8 dari 10 kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) di India sebelum diterapkan *lockdown* (tanggal 17 hingga 23 Maret 2020), dalam kategori buruk. Pengamatan kualitas udara yang dilakukan pada masa *lockdown* (tanggal 24 hingga 30 Maret) di 10 kota memperlihatkan peningkatan kualitas udara yang signifikan. Selama 3 minggu pertama penerapan *lockdown*, kota Bhiwadi, Noida, Delhi, Faridabad, Muzaffarnagar dan Ghaziabad bahkan mengalami peningkatan lebih dari 50% dibandingkan dengan 1 minggu sebelum diterapkannya *lockdown*. Selain itu, penurunan polutan primer (PM₁₀) juga terjadi selama minggu pertama dan kedua pada periode *lockdown* pertama, namun pada minggu ketiga dan keempat terjadi peningkatan polutan cukup besar. Hal tersebut disebabkan karena transportasi, pembangkit listrik dan industri – industri penting mulai beroperasi kembali. Selama masa *lockdown* pada bulan April, terjadi peningkatan polutan primer PM₁₀ di sepuluh kota (Ghaziabad, Delhi, Noida, Gurugram, Greater Noida, Bulandshahr, Muzaffarnagar, Jind, Faridabad dan Bhiwadi) tersebut, meskipun polutan primer PM₁₀ meningkat, kadar ini menjadi konsentrasi polutan terendah dibandingkan dengan tahun – tahun sebelumnya. Konsentrasi polutan PM_{2.5} juga mengalami penurunan di Kota Gurugram, Ghaziabad, Noida, Faridabad dan Greater Noida hingga rata – rata 39% selama periode pertama *lockdown*.

Pengamatan kualitas udara di India juga dilakukan oleh Shehzad, *et. al.* (23), terjadi penurunan tingkat Nitrogen Dioksida selama masa *lockdown*, berdasarkan pengamatan yang dilihat melalui *The Copernicus Sentinel-5P satellite* selama 1 Januari 2020 hingga 24 Maret 2020 sebelum pemerintah menerapkan *lockdown* dibandingkan tanggal 25 Maret hingga 20 April 2020 selama penerapan *lockdown* terlihat adanya reduksi Nitrogen Dioksida yang signifikan. Dua kota paling ramai di India yaitu Delhi dan Mumbai mengalami penurunan konsentrasi Nitrogen Dioksida sebesar 40% hingga 50%. Penurunan produksi pada salah satu unit tenaga listrik terkemuka di India, *The Vindhyachal Super Thermal Power plant* juga mengalami penurunan produksi sebesar 15%. Penurunan yang sangat cepat selama *lockdown* bulan Maret 2020 juga terjadi pada penggunaan listrik di India, selama masa *lockdown* terjadi penurunan pemakaian listrik hingga 9,2%. Aman, *et. al.* (31) dalam penelitiannya tentang polusi udara di wilayah Ahmedabad, India, menerangkan bahwa berdasarkan data yang didapat dari *Central Pollution Control Board (CPCB)*, terjadi peningkatan kualitas udara selama *lockdown* diterapkan. Konsentrasi PM_{2.5}, mengalami penurunan pada bulan April. Konsentrasi polusi udara lain seperti PM₁₀ dan NO₂ juga mengalami penurunan yang signifikan. Konsentrasi NO₂ selama masa *lockdown* bahkan mencapai konsentrasi yang paling rendah dibandingkan 3 tahun terakhir.

Sejarah COVID-19 di Pakistan dan Pengaruh Lockdown Terhadap Kualitas Udara di Pakistan. Pandemi COVID-19 telah berpengaruh terhadap berbagai negara di dunia, termasuk Pakistan. Menteri Kesehatan Pakistan mengumumkan kasus COVID-19 pertama kali di Karachi, Provinsi Sindh pada tanggal 26 Februari 2020. Setelah 15 hari kasus COVID-19 meningkat hingga 20 kasus Penyebaran infeksi terus meningkat hingga mencapai 1.865 kasus dan sebanyak 25 kematian hingga tanggal 31 Maret (32). Jumlah kasus positif dan

kematian yang semakin meningkat, membuat pemerintah Pakistan memberlakukan *lockdown* selama satu bulan lamanya, dimulai pada tanggal 1 Maret hingga 15 April 2020 (33). Pemerintah Pakistan memutuskan untuk memberlakukan *lockdown* di beberapa kota besar selama lebih dari satu bulan lamanya, sehingga berbagai layanan pun berhenti beroperasi, seperti berkurangnya pemakaian transportasi, berhenti beroperasinya berbagai pabrik, *wedding hall*, layanan kecantikan dan kantor – kantor yang tidak berkaitan dengan layanan kesehatan dan kebutuhan primer masyarakat. pemberhentian layanan ini tidak dilakukan secara total, terdapat beberapa layanan yang tetap beroperasi seperti rumah sakit, toko obat – obatan dan layanan kesehatan lainnya, toko makanan, sayuran atau kebutuhan pokok. Pemberlakuan *lockdown* sebagai upaya mengurangi penyebaran infeksi COVID-19 ternyata membawa dampak positif terhadap kualitas udara di Pakistan. Analisa polusi udara yang dilakukan oleh peneliti, melaporkan adanya pengurangan konsentrasi polusi udara selama penerapan *lockdown* di Pakistan. Khan, *et. al.* (33) melakukan analisa polutan udara terhadap beberapa kota di Pakistan, menunjukkan adanya level AQI dalam kategori baik hingga sedang. Penerapan *lockdown* selama 2 bulan telah memberikan dampak yang signifikan terhadap konsentrasi polutan udara. Konsentrasi NO₂ dan PM_{2.5} mengalami penurunan selama masa *lockdown*, pada wilayah Lahore terjadi penurunan NO₂ sebesar 49%, dan wilayah Peshawar sebesar 45%. Pervaiz, *et. al.* (34), melakukan penelitian terhadap kualitas udara di Lahore, Pakistan dengan mengunduh data dari *official website of Environment Protection Department (EPD)* dan Punjab *Environmental Quality Standards (PEQs)*, juga melaporkan bahwa terjadi penurunan NO pada bulan Maret 2020 (selama penerapan *lockdown*), selain penurunan konsentrasi NO, polutan SO₂ juga mengalami hal yang sama. Kadar SO₂ di udara sangat erat kaitannya dengan kabut asap, selama masa *lockdown* berbagai industri berhenti beroperasi sehingga menjadi kadar SO₂ di udara berkurang. Awais, *et. al.* (35) juga menganalisa polutan udara di Pakistan sebelum dan setelah diterapkannya *lockdown*, berdasarkan data yang dikumpulkan oleh NASA melalui satelit Sentinel - 5p menggunakan TROPOMI (*TROPospheric Monitoring Instrument*). Pengamatan dilakukan pada tanggal 23 Maret hingga 15 April 2020, terhadap lima daerah di Pakistan yaitu Peshawar, Lahore, Multan, Islamabad, dan Karachi. Semua wilayah tersebut mengalami reduksi NO₂, Peshawar sebesar 42%, Lahore sebesar 49%, Multan sebesar 20%, Islamabad sebesar 56% dan Karachi 35% selama *lockdown* (23 Maret hingga 15 April 2020). Hal ini membuktikan bahwa penurunan mobilitas transportasi mampu mengurangi sebagian besar polusi udara di perkotaan.

Sejarah COVID-19 di Indonesia dan Pengaruh Pembatasan Aktivitas Terhadap Kualitas Udara di Indonesia. Infeksi kasus Covid paling parah menyerang Cina terjadi pada bulan Desember 2019 hingga Februari 2020, pada saat kondisi ini masih belum dilaporkan adanya kasus di Indonesia. Kasus COVID-19 saat itu telah memasuki negara – negara yang berada disekitar Indonesia, tetapi pemerintah Indonesia tidak memberhentikan, memberlakukan pembatasan perjalanan ataupun menyediakan karantina khusus bagi Warga Negara Indonesia ataupun Warga Negara Asing yang melakukan perjalanan dari daerah terinfeksi Covid bahkan dari daerah yang terdampak COVID-19 paling parah saat itu yaitu Wuhan, Cina. Melihat kondisi COVID-19 yang semakin parah, pada tanggal 27 Januari 2020 Indonesia mulai menerapkan larangan perjalanan dari Provinsi Hubei, Cina yang merupakan daerah paling parah dan tempat berawal pandemi COVID-19, meskipun saat itu WHO belum mengumumkan COVID-19 sebagai pandemi (36).

Kasus COVID-19 pertama kali dilaporkan oleh Presiden Republik Indonesia Joko Widodo pada tanggal 2 Maret 2020. Jumlah kasus COVID-19 terus meningkat, hingga pada tanggal 15 Maret 2020, pemerintah Republik Indonesia mengumumkan diterapkannya *Social Distancing* dengan memerintahkan seluruh masyarakat untuk melakukan berbagai aktivitas dari rumah, seperti bekerja, kegiatan belajar, dan beribadah (37). Hal ini bertujuan untuk mengurangi interaksi atau menghindari kontak dekat yang dapat menyebabkan penyebaran virus semakin meningkat. Kasus COVID-19 di Indonesia semakin tinggi, hingga 31 Maret 2020 dilaporkan sebanyak 1.528 kasus dan 136 kematian, bahkan *Case Fatality Rate* di Indonesia sebesar 8,9%. Angka ini lebih tinggi dibandingkan dengan *Case Fatality Rate* di Cina sebesar 4%, hingga pada akhir Maret 2020, melihat perkembangan infeksi COVID-19 yang sangat tinggi, dengan mempertimbangkan berbagai aspek, pemerintah Indonesia memberlakukan Pembatasan Sosial Berskala Besar (PSBB) di berbagai kota dan provinsi (38). Selama diterapkannya *lockdown* baik total ataupun parsial yang membuat berkurangnya kegiatan transportasi, tutupnya industri, toko – toko, cafe dan tempat lainnya di beberapa negara seperti Cina, Pakistan dan India dilaporkan terjadi peningkatan kualitas udara, namun hal ini tidak terjadi di Indonesia.

Caraka *et. al.* (12) melakukan penelitian perubahan kualitas udara selama diterapkannya pembatasan skala besar yang pada beberapa kota di Indonesia. Analisa kualitas udara dilakukan terhadap *Particle Material*, SO₂, CO, NO₂, CO₂ dan *Hydrocarbon*, pada lima kota dan provinsi yang menerapkan pembatasan aktivitas publik selama pandemi COVID-19 yaitu DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Jawa Tengah dan Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan, tidak terjadi perubahan yang signifikan terhadap densitas CO sebelum dan setelah diterapkannya pembatasan sosial berskala besar sejak bulan Maret, begitu pula dengan HCHO, NO₂, dan SO₂, yang mencapai densitas terendah pada bulan Maret, tetapi perubahan ini tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan.

Pengamatan kualitas udara pada tanggal 1 hingga 18 Mei 2020 selama pandemi COVID-19 di tiga kota di Indonesia yaitu Jambi, Surabaya dan Jakarta juga dilakukan oleh Wibowo, *et. al.* (25). Hasil penelitian

menunjukkan, pada awalnya konsentrasi $PM_{2.5}$ di Jakarta menurun tetapi hal ini tidak berlangsung lama, kemudian kadar $PM_{2.5}$ meningkat. Peningkatan di Jakarta ini diduga karena aktivitas transportasi yang tetap berjalan selama masa pandemi. Ketakutan masyarakat untuk menggunakan transportasi umum, sehingga beralih menggunakan kendaraan pribadi untuk menghindari keramaian. Konsentrasi $PM_{2.5}$ di wilayah Jambi dan Surabaya selama 18 hari pemantauan di bulan Mei juga tidak menunjukkan penurunan. Hal ini disebabkan karena aktivitas industri dan kegiatan masyarakat juga tidak menurun secara signifikan sehingga tidak berpengaruh besar terhadap konsentrasi $PM_{2.5}$. Hasil yang sama juga diperoleh pada penelitian Myllyvirta, *et al.* (39), pada awal tahun 2020 meskipun adanya pandemi COVID-19, kualitas udara di Jakarta dari bulan Maret hingga Mei tetap dalam level sedang hingga tidak sehat. Konsentrasi $PM_{2.5}$ selama bulan Maret hingga Juni 2020, tidak mengalami penurunan bahkan konsentrasi polutan ini meningkat. Dampak pengurangan aktivitas dan penerapan Pembatasan Sosial Berskala Besar yang terjadi di Indonesia tidak seperti negara lain yang mengalami peningkatan kualitas udara. Jakarta merupakan daerah dengan konsentrasi $PM_{2.5}$ paling tinggi selama 18 hari pemantauan dibandingkan dengan Jambi dan Surabaya. Jakarta merupakan kota dengan kepadatan penduduk dan aktivitas yang tinggi sehingga polusi udara yang ditimbulkan akibat aktivitas penduduk pun tinggi (25).

KESIMPULAN

Penerapan *lockdown* atau pembatasan aktivitas untuk mengurangi penyebaran kasus COVID-19 mampu menurunkan polusi udara secara signifikan pada beberapa negara di Asia seperti Cina, India dan Pakistan. Kejadian ini tidak terjadi di seluruh negara di Asia, seperti di Indonesia konsentrasi polusi udara tidak menurun secara signifikan. Adanya *lockdown* atau pembatasan aktivitas dapat menurunkan kegiatan industri dan pergerakan transportasi sehingga polusi udara yang dihasilkan juga dapat berkurang. Negara seperti Indonesia tidak terjadi penurunan polusi udara disebabkan karena aktivitas industri dan pergerakan transportasi juga tidak berkurang secara signifikan.

DAFTAR PUSTAKA

1. Al Mutair A, Ambani Z. Narrative review of Middle East respiratory syndrome coronavirus (MERS-CoV) infection: updates and implications for practice. *J Int Med Res.* 2019;48(1):1–6.
2. Al-Osail AM, Al-Wazzah MJ. The history and epidemiology of Middle East respiratory syndrome corona virus. *Multidiscip Respir Med.* 2017;12(1):1–6.
3. Shereen MA, Khan S, Kazmi A, Bashir N, Siddique R. COVID-19 infection: Origin, transmission, and characteristics of human coronaviruses. *J Adv Res.* 2020;24:91–8.
4. Kumar D. Corona Virus: A Review of COVID-19. *Eurasian J Med Oncol.* 2020;4(1):8–25.
5. Waris A, Atta UK, Ali M, Asmat A, Baset A. COVID-19 outbreak: current scenario of Pakistan. *New Microbes New Infect.* 2020;35(C):1–6.
6. Baj J, Karakula-Juchnowicz H, Teresiński G, Buszewicz G, Ciesielka M, Sitarz E, et al. COVID-19: Specific and Non-Specific Clinical Manifestations and Symptoms: The Current State of Knowledge. *J Clin Med.* 2020;9(6):1–22.
7. Kaushik S, Kaushik S, Sharma Y, Kumar R, Yadav JP. The Indian perspective of COVID-19 outbreak. *VirusDisease.* 2020;31(2):146–53.
8. Centers for Disease Control and Prevention. COVID-19 overview and infection prevention and control priorities in non-US healthcare settings. Vol. 2019, 2012 West Nile virus update. 2020. p. 1–6.
9. World Health Organization. Transmisi SARS-CoV-2 : implikasi terhadap kewaspadaan pencegahan infeksi. Pernyataan keilmuan. 2020;1–10.
10. World Health Organization. Archived: WHO Timeline - COVID-19. World Health Organization. 2020. p. 2020.
11. One World – Nations Online. Population Figures for all Countries. 2015.
12. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(SI):65–84.
13. Turner J. Air Pollution Exposure Indicators: Review of Ground-Level Monitoring Data Availability and Proposed Calculation Method. Chest. Paris: OECD Publishing; 2016.
14. Wu J, Zhang P, Yi H, Qin Z. What causes haze pollution? An empirical study of $PM_{2.5}$ concentrations in Chinese cities. *Sustain.* 2016;8(2):1–14.
15. Environment Protection Authority Victoria Victoria. Sulfur dioxide in the air | Environment Protection Authority Victoria. 2020.
16. Gupta N, Tomar A, Kumar V. The effect of COVID-19 lockdown on the air environment in India. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(SI):31–40.
17. American Lung Association. Nitrogen Dioxide - American Lung Association. 2014.
18. Suarez I, Myllyvirta L. COVID19 Lockdowns across Southeast Asia improve air quality – but not everywhere. the Centre for Research on Energy and Clean Air (CREA). 2020.
19. Suryani AS. Dampak Pandemi COVID-19 Terhadap Lingkungan Global. *Bid Kesejaht Sos [Internet].* 2020;XII(13):13–8. Available from: <http://yayasanpulih.org/2020/04/dampak-pandemi-COVID-19-bagi-perempuan/>

20. Bao R, Zhang A. Does lockdown reduce air pollution? Evidence from 44 cities in northern China. *Sci Total Environ.* 2020;731(1954):139052.
21. Lian X, Huang J, Huang R, Liu C, Wang L, Zhang T. Impact of city lockdown on the air quality of COVID-19-hit of Wuhan city. *Sci Total Environ.* 2020;742:140556.
22. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res.* 2020;188(May):109835.
23. Sarfraz M, Shehzad K, Shah SGM. The impact of COVID-19 as a necessary evil on air pollution in India during the lockdown. *Environ Pollut.* 2020;266:115080.
24. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;1–6.
25. Wibowo YG. Air Quality Impact during COVID-19 in Indonesia (Case Study of Rural and Urbanised Area). *Eur J Heal Biol Educ.* 2020;9(1):9–14.
26. Caraka RE, Lee Y, Kurniawan R, Herliansyah R, Kaban PA, Nasution BI, et al. Impact of COVID-19 large scale restriction on environment and economy in Indonesia. *Glob J Environ Sci Manag.* 2020;6(Special Issue):65–84.
27. Yuan Z, Xiao Y, Dai Z, Huang J, Zhang Z, Chen Y. Modelling the effects of wuhan's lockdown during COVID-19, china. *Bull World Health Organ.* 2020;98(7):484–94.
28. Cole MA, Elliott RJR, Liu B. The Impact of the Wuhan COVID-19 Lockdown on Air Pollution and Health: A Machine Learning and Augmented Synthetic Control Approach. *Environ Resour Econ.* 2020;76(4):553–80.
29. Mahajan P, Kaushal J. Epidemic Trend of COVID-19 Transmission in India During Lockdown-1 Phase. *J Community Health.* 2020;45(6):1291–300.
30. Mahato S, Ghosh KG. Short-term exposure to ambient air quality of the most polluted Indian cities due to lockdown amid SARS-CoV-2. *Environ Res.* 2020;188:1–15.
31. Aman MA, Salman MS, Yunus AP. COVID-19 and its impact on environment: Improved pollution levels during the lockdown period – A case from Ahmedabad, India. *Remote Sens Appl Soc Environ.* 2020;20:1–7.
32. Nafees M, Khan F. Pakistan's response to COVID-19 pandemic and efficacy of quarantine and partial lockdown: A review. *Electron J Gen Med.* 2020;17(6):17–20.
33. Khurshied AK. Air Quality Index with Particulate Matter (PM2.5) Improved after National Lockdown during COVID-19 Outbreak across Pakistan. *Open Access J Biog Sci Res.* 2020;3(2):3–8.
34. Pervaiz S, Javid K, Khan FZ, Zahid Y, Akram MAN. Preliminary assessment of air during COVID-19 lockdown: An unintended benefit to environment. *Environ Nat Resour J.* 2020;18(4):363–75.
35. Awais M, Li W, Ajmal M, Mu A. Impact of Environmental Pollution on COVID-19 pandemic in Pakistan. 2020;3(3):1–6.
36. Djalante R, Lassa J, Setiamarga D, Sudjatma A, Indrawan M, Haryanto B, et al. Review and analysis of current responses to COVID-19 in Indonesia: Period of January to March 2020. *Prog Disaster Sci.* 2020;6:100091.
37. WHO. Coronavirus Disease 2019 (COVID-19) World Health Situation Report - 1. *J Am Med Womens Assoc.* 2020;2019(March):8.
38. Setiati S, Azwar MK. COVID-19 and Indonesia. 2020;(April).
39. Myllyvirta L, Analyst L, Suarez I, Uusivuori E, Thieriot H, Lead D. Transboundary Air Pollution in the Jakarta , Banten , and West Java provinces da A P Ja a a Ba e a d We ce Ja a he. 2020;(August).



FORUM ILMIAH KESEHATAN (FORIKES)

JURNAL PENELITIAN KESEHATAN SUARA FORIKES

p-ISSN 2086-3098 e-ISSN 2502-7778

Sekretariat: Jl.Cemara 25, RT.01, RW. 02, Ds./Kec. Sukorejo, Ponorogo, Jawa Timur

Telepon: 082142259360, 081335718040

E-mail: forikes@gmail.com, website: www.forikes.webs.com

SURAT KETERANGAN PENERIMAAN ARTIKEL
(LETTER OF ACCEPTANCE)

Nomor: Forikes/SF/LOA/2021/03/30/12321

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Subagyo

Jabatan : Pemimpin Redaksi Jurnal Penelitian Kesehatan SUARA FORIKES

dengan ini menerangkan bahwa artikel ilmiah berikut ini:

Judul:

Pengaruh *Lockdown* dan Pembatasan Aktivitas Selama Pandemi COVID-19 Terhadap Polusi Udara di Asia: *Literature Review*

Penulis:

1. Novi Dian Arfiani1

Department of Environmental Health, Universitas Airlangga; novid994@gmail.com

2. R. Azizah

Department of Environmental Health, Universitas Airlangga (koresponden)

telah melalui rangkaian proses perbaikan, dan akhirnya bisa **"DITERIMA"** untuk diterbitkan dalam Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes (p-ISSN 2086-3098, e-ISSN 2502-7778)

Volume : 12

Nomor : 3

Waktu : Juli 2021

Sekuensi : 21 (bisa berubah sesuai jenis artikel)

Surat keterangan ini dibuat sebagai bukti penerimaan kelayakan artikel tersebut, selama menunggu penyelesaian penyuntingan dan penjadwalan penerbitan.

Demikian keterangan ini dibuat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Ponorogo, 30 Maret 2021

Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes

Pemimpin Redaksi

Subagyo