

SOCIALIZATION OF THE IMPACT OF AIR POLLUTION ON HEALTH DISORDERS COMFORT AND THE ENVIRONMENT

SOSIALISASI DAMPAK POLUSI UDARA TERHADAP GANGGUAN KESEHATAN KENYAMANAN DAN LINGKUNGAN

Penulis 1 : Sigid Sudaryanto
Afiliasi Penulis 1 : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Email Penulis 1 : agustinussigidsudaryanto@gmail.com
WhatsApp Aktif : 0858-6573-6849

Penulis 2 : Naris Dyah Prasetyawati *
Afiliasi Penulis 2 : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Email Penulis 2 : naris.dyahp@poltekkesjogja.ac.id
WhatsApp Aktif : 0813-2872-6209

Penulis 3 : Ellyza Sinaga
Afiliasi Penulis 3 : Puskesmas Sleman Kab.Sleman Yogyakarta
Email Penulis 3 : ellyzasinaga@ymail.com
WhatsApp Aktif : 0877-3896-0394

Penulis 4 : Muslikah
Afiliasi Penulis 4 : Puskesmas Sleman Kab.Sleman Yogyakarta
Email Penulis 4 : muslikah.sleman@gmail.com
WhatsApp Aktif : 0812-2773-361

ABSTRACT

Air pollution is a problem in all cities in the world. 99% of the world's population breathes polluted air. The source of air pollution is 90% caused by human activities, while 10% is pollution due to natural activities. The increasing use of fossil fuels through transportation and industrial activities is a major source of air pollution in the environment. Several studies have shown the relationship between the impact of air pollution on health problems in humans in the form of stroke, heart disease, lung cancer, acute and chronic respiratory diseases, disorders of pregnancy and fetal development, and mental disorders. Economically, the impact of air pollution costs trillions of dollars, thus affecting the level of people's welfare. The impact of air pollution causes at least 3.7 million premature deaths annually worldwide. Efforts to control air pollution have been carried out but the results have not shown a significant increase. The Indonesian government has included air quality issues in the 2020-2024 RPJMN along with climate change as one of the national priority development agendas. It is hoped that the implementation of this air pollution control program can support the achievement of national targets in the health sector, namely reducing stunting and pneumonia rates in children. This program is also expected to support the achievement of the

Sustainable Development Goals (SDGs) targets in indicator 2.2 (malnutrition and stunting), indicator 3 (preventable death of infants and toddlers), and indicator 3.9 (death due to exposure to hazardous substances in the environment).

Keywords: Air pollution, the impact of pollution, particles, gases

INTISARI

Polusi udara menjadi permasalahan di seluruh kota di dunia. Sebanyak 99% populasi dunia menghirup udara yang tercemar polusi. Sumber pencemaran udara sebanyak 90% disebabkan karena aktivitas manusia, sedangkan 10% merupakan pencemaran karena aktivitas alam. Peningkatan penggunaan bahan bakar fosil melalui kegiatan transportasi dan industri menjadi sumber utama pencemaran udara di lingkungan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan hubungan dampak polusi udara terhadap gangguan kesehatan pada manusia berupa stroke, penyakit jantung, kanker paru-paru, penyakit pernafasan akut dan kronis, gangguan kehamilan dan perkembangan janin serta gangguan kejiwaan. Secara ekonomi dampak polusi udara menghabiskan biaya triliunan dolar sehingga mempengaruhi tingkat kesejahteraan masyarakat. Dampak polusi udara menyebabkan sedikitnya 3,7 juta kematian dini setiap tahunnya di seluruh dunia. Upaya pengendalian pencemaran udara sudah dilakukan tetapi hasilnya belum menunjukkan peningkatan yang signifikan. Pemerintah Indonesia telah memasukkan permasalahan kualitas udara dalam RPJMN Tahun 2020-2024 bersamaan dengan perubahan iklim sebagai salah satu agenda pembangunan prioritas nasional. Diharapkan dengan diterapkannya program pengendalian pencemaran udara ini dapat mendukung pencapaian target nasional dalam bidang kesehatan, yaitu penurunan angka stunting dan pneumonia pada anak. Program ini juga diharapkan akan mendukung pencapaian target *Sustainable Development Goals* (SDGs) pada indikator 2.2 (malnutrisi dan stunting), indikator 3 (kematian bayi dan balita yang dapat dicegah), dan indikator 3.9 (kematian akibat paparan zat berbahaya di lingkungan).

Kata Kunci : Polusi udara, dampak polusi , partikel, gas

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki peringkat ke 17 sebagai negara dengan tingkat polusi udara tinggi di dunia. Parameter tertinggi yang dilaporkan adalah PM_{2.5} dengan kadar 34,3 mikrogram per m³. Sementara itu, di wilayah Asia Tenggara posisi Indonesia adalah peringkat 1 dengan kadar polusi udara tertinggi (Kompas, 2022). Manusia dengan segala aktivitas yang dilakukan menjadi penyebab utama terjadinya pencemaran udara dan manusia juga menjadi pihak yang paling terdampak dari kondisi tersebut. (Dinas Lingkungan Hidup , 2019). Menurut pemantauan Air Quality Live Index (AQLI) kondisi kualitas udara di Indonesia terus mengalami penurunan dan memburuk. Sebanyak 91% penduduk tinggal di daerah dengan tingkat polusi udara yang melebihi batas aman menurut ketentuan WHO (Situmorang, 2021). Pemantauan kualitas udara Indonesia diwakili oleh DKI Jakarta. Polusi udara diperkirakan menyebabkan 7.500 kematian dan kerugian ekonomi sekitar \$1,9 Miliar USD di Jakarta pada Tahun 2021. Kualitas udara terpantau pada parameter PM_{2.5} berada pada level 8,6 kali lebih tinggi diatas nilai panduan kualitas udara tahunan WHO (IQAir, 2022). Pencemaran udara memiliki dampak terhadap Kesehatan baik secara jangka pendek maupun jangka Panjang. Gangguan Kesehatan yang sering dialami adalah pada saluran pernafasan, gangguan penyakit jantung, kanker berbagai organ tubuh, gangguan reproduksi dan hipertensi (Aryanti, 2019). Dalam studi lain dijelaskan juga bahwa polusi udara yang melebihi batas normal dapat menyebabkan kematian. Polusi udara dinyatakan bahwa polusi udara

berkaitan erat dengan kematian dini dan dampak Kesehatan lainnya dalam jangka Panjang (Universitas Nasional, 2017)

Tingkat keparahan polutan udara dan emisi yang berada di lingkungan sangat ditentukan oleh aktivitas industry, transportasi jalan, pembakaran sampah di udara terbuka, sumber biogenic, debu dan sumber rumah tangga dalam ruangan (Kementerian Kesehatan, 2021). Manusia membutuhkan udara bersih dan segar bagi kelangsungan hidupnya. Udara bersih bermanfaat untuk menyehatkan saluran pernafasan, menurunkan risiko penyakit kronis, memperpanjang usia, meningkatkan stamina dan focus serta memperbaiki mood (RSU PKU Muhammadiyah Surakarta ,). Sumber pencemaran udara yang berasal dari aktivitas industry yang menghasilkan asap mengandung berbagai bahan kimia dan memberi kontribusi peningkatan polutan di udara ambien. Bahan kimia yang terkandung didalamnya kemudian bereaksi dengan sinar matahari membentuk kabut asap. Ketika polutan udara seperti Nitrogen Oksida dan Sulfur Dioksida hasil asap produksi pabrik bercampur dengan uap air, kemudian berubah menjadi asam dan jatuh ke bumi sebagai hujan asam (Editorial rumah, 2021)

Kualitas udara sangat berkaitan dengan angka kesakitan pernafasan baik pada balita, anak-anak maupun kelompok orang dewasa. Organisasi Kesehatan dunia memperkirakan 3,8 juta kematian dini di dunia disebabkan karena polusi udara. Kematian tersebut disebabkan karena pneumonia (27%), stroke (18%), penyakit paru obstruktif kronik (20%), penyakit jantung iskemik (27%) dan kanker paru (8%) (Kementerian Kesehatan, 2021). Berbagai penelitian menyebutkan bahwa paparan polutan udara memberikan pengaruh cukup besar terhadap gangguan perkembangan dan stunting pada balita setelah kualitas air, hygiene dan sanitasi (Sheela S Sinharoy, 2020) . Menurut *World Resource Institute* (WRI) pihak yang terkena dampak polusi udara dapat mengalami gangguan penyakit pernafasan, stunting, jantung, katarak dan depresi bahkan masyarakat dapat kehilangan waktu produktifnya (Anjani, 2021). Terdapat hubungan dan bukti yang signifikan dari peningkatan risiko Kesehatan terkait stunting karena paparan polusi udara partikel PM_{2,5} (C.Pun, Dowling, & Mehta, 2021). Risiko ini dimulai bahkan sejak seorang anak masih dalam kandungan ibu, Ketika ibu hamil menghirup partikel halus dan berlanjut sepanjang masa anak-anak (Joe Mccarthy, 2021). Paparan udara ambien yang tercemar PM_{2,5} pada periode kehamilan berdampak besar pada kematian bayi (deSouza, et al., 2022), (Chakrabarti, 2021). Penelitian lain di India juga menyebutkan bahwa penggunaan bahan bakar memasak yang bersih, memiliki dapur terpisah dan tidak terpapar asap rokok dapat menurunkan prevalensi stunting, berturut-turut sebesar 4%, 1% dan 1% (Islam, Rana, & Mohanty, 2020). Polusi udara menjadi factor risiko utama ke lima penyebab kematian di seluruh dunia (Joe Mccarthy, 2021).

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah disampaikan, maka kegiatan ini penting untuk dilakukan. Tujuan sosialisasi adalah menyampaikan tentang upaya pengendalian pencemaran udara yang dapat dilakukan dari sector industry sebagai salah satu sumber pencemar untuk polusi udara. Tujuan lain adalah menyampaikan dampak pencemaran udara terhadap gangguan lingkungan, kenyamanan dan Kesehatan apabila tidak dikendalikan dan dikelola dengan baik.

METODE

Kegiatan ini didahului dengan penelitian mengenai efektivitas penggunaan cerobong asap model *wet scrubber* pada industry yang menghasilkan polutan berupa partikel. Hasil penelitian kemudian disosialisasikan kepada pengelola industry dan masyarakat yang terdampak hasil emisi dari adanya

kegiatan di industry. Peserta antusias dalam mengikuti kegiatan ini, dilihat dari keaktifan ketiak sesi diskusi dan tanya jawab. Kegiatan dilakukan dengan metode ceramah, tanya jawab dan diskusi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Materi sosialisasi disampaikan kepada para pengelola industry baik skala kecil, sedang sampai besar dengan jumlah 25 orang. Industri yang dipilih adalah industry yang menghasilkan cemaran berupa emisi partikel dan gas dalam proses produksinya. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) di DI Yogyakarta terdapat 55 industri yang terdaftar dan menghasilkan beban emisi industry sebesar 150 ton/tahun. Kabupaten Sleman memiliki beban emisi dalam jumlah paling tinggi diantara kabupaten/kota lainnya, yaitu 85 ton / tahun yang dihasilkan dari 22 perusahaan atau industry (Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara , 2022). Puskesmas Sleman memiliki wilayah kerja di Kapanewon Sleman, di wilayah kerjanya memiliki 13 industri skala besar dan 52 industri skala kecil dan menengah (Muslikah, 2022). Sumber pencemaran udara yang utama adalah dari asap pabrik yang dikeluarkan dalam jumlah dan kuantitas yang banyak melalui cerobong asap, sangat besar dan langsung ke udara. Kondisi ini yang menjadikan asap pabrik menjadi penyumbang terbesar gas karbon di udara. Selain mengganggu terhadap lingkungan sekitar, asap ini juga ikut meningkatkan risiko pemanasan global (Khalid, 2022). Peningkatan angka kematian anak dibawah usia 5 tahun disebabkan oleh diare, pneumonia, penyakit pencernaan dan kelahiran premature signifikan terkait dengan paparan PM_{2,5} (He, et al., 2022). Dampak polusi udara pada stunting mirip dengan dampak polusi udara terhadap aspek Kesehatan lainnya. Kondisi ini sangat penting mendapat perhatian karena memiliki implikasi besar pada Kesehatan anak-anak dalam jangka pendek dan implikasi jangka Panjang pada remaja dan dewasa. Kondisi ini akan mempengaruhi pada perkembangan kognitif dan sosioemosional seorang anak (C.Pun, Dowling, & Mehta, 2021). Negara dengan penghasilan rendah dan menengah menanggung beban stunting dan polusi udara yang sama besarnya (Joe Mccarthy, 2021).



Gambar 1. Pengabdian sedang menyampaikan materi kepada peserta

Penyebab stunting salah satunya adalah dengan terjadinya infeksi berulang yang dialami seorang anak. Infeksi saluran pernafasan yang dialami seorang anak juga dapat menyebabkan gangguan dalam proses penyerapan nutrisi seorang anak, seperti halnya diare. Persentase peningkatan kematian akibat penyakit pernafasan pada bayi dan anak-anak lebih tinggi dibandingkan pada kelompok dewasa (Nelson Gouveia, 2018). Kondisi saat ini sebagian besar upaya untuk mengatasi stunting berfokus pada peningkatan tingkat kecukupan gizi atau disebut sebagai intervensi spesifik. Sementara intervensi sensitive yang berhubungan dengan penyebab tidak langsung stunting dan berada di luar bidang Kesehatan ternyata mampu berkontribusi sebesar 60% dalam upaya penurunan stunting (Bappenas, n.d.). Penelitian lain menunjukkan bahwa upaya peningkatan kualitas udara merupakan salah satu upaya penting yang juga harus mulai dilakukan untuk menurunkan angka stunting. Polusi udara dapat membatasi kemampuan generasi untuk bersekolah, mengembangkan mata pencaharian dan berkontribusi pada masyarakat (Joe Mccarthy, 2021). Pengelolaan kualitas udara dimulai dari pemantauan kualitas udara ambien (lingkungan), kemudian evaluasi Analisa kualitas udara dan dampaknya berdasarkan level polutan tertinggi, selanjutnya penetapan sasaran berdasarkan *National Ambient Air Quality Standards* (NAAQS) lalu dilakukan perencanaan strategi pengendalian dan terakhir bagaimana pelaksanaan untuk melakukan pengenalan pencemaran udara yang terjadi (Permana, 2020). Akibat dampak polusi udara adalah berkontribusi pada timbulnya perkembangan penyakit kronis seperti kardiovaskular dan pernafasan penyakit, sehingga banyak penelitian menemukan kontribusi dari adanya paparan PM₁₀ atau PM_{2.5} terhadap peningkatan angka kejadian penyakit tersebut (Bergstra, Been, & Burdorf, 2022) (D.Bergstra, V.Been, & Burdorf, 2022), sementara efek jangka pendek dari polusi udara juga mempengaruhi terjadinya kematian mendadak pada bayi (Yin-Ting Chen, 2021). Dampak lainnya juga ditunjukkan dengan terdapat aglomerasi spasial yang kuat antara pencemaran udara, status sosial ekonomi dan Kesehatan masyarakat. Peningkatan polusi udara secara signifikan merusak status Kesehatan masyarakat setempat yang menyebabkan peningkatan angka kematian bayi dan angka harapan hidup yang lebih rendah. Selain itu dampak polusi udara juga menurunkan angka pendapatan per kapita secara signifikan (Zhang, Zhang, & Su, 2022). Polusi udara yang parah akan memperburuk Kesehatan manusia dengan demikian meningkatkan tingkat kematian (Sun & Cheng, 2021)

Upaya pengendalian pencemaran udara dari kegiatan industry dapat menggunakan prinsip pengelolaan industry dengan mengidentifikasi terlebih dahulu jenis polutan dengan pemantauan, menentukan level pencemaran dari sumber emisi, membandingkan dengan baku mutu emisi, melakukan pemantauan control polusi udara dan merencanakan strategi pengendalian yang dapat dilakukan (Permana, 2020). Pendekatan pengendalian dapat dilakukan dengan mengurangi emisi dari sumbernya, salah satu metode pengendalian yang direkomendasikan adalah menggunakan cerobong asap model *wet scrubber* (Sudaryanto, Windarso, Nuryani, & Sunarno, 2022).



Gambar 2. Hasil Keluaran Cerobong Asap model *wet scrubber*

Prinsip pemecahan partikel yang terjadi pada penggunaan modifikasi cerobong asap model *wet scrubber* merujuk pada hasil output yang dikeluarkan oleh parameter dengan diameter lebih kecil sehingga seolah-olah menjadi seperti pengkabutan. Kondisi ini berdampak pada hasil kepekatan asap dan kadar debu yang dikeluarkan. Berdasarkan hasil analisis diketahui terdapat perbedaan rata – rata kelompok pra dan post intervensi. Penggunaan alat modifikasi cerobong asap *wet scrubber* dapat menurunkan kadar debu di udara ($\text{sig } 0.000 < 0.05$). Nilai selisih rata – rata kadar debu mencapai 0.2726 atau senilai mengalami penurunan kadar debu sebesar 54,2978%. (Sudaryanto, Windarso, Nuryani, & Sunarno, 2022). Upaya pengendalian pencemaran udara yang ada di lingkungan dapat juga dengan pembangunan *green belt* terutama di lingkungan sekitar industry. Kegiatan ini bertujuan untuk melindungi lingkungan dan keanekaragaman hayati dari pencemaran udara. Unsur utama yang digunakan untuk membuay *green belt* adalah vegetasi yang memiliki kemampuan untuk menyerap polutan berupa gas dan daun melalui permukaannya. Sehingga, fungsi *green belt* yang dibangun di sekitar industry akan dapat mengurangi dampak pencemaran udara di area permukiman sekitar Kawasan industry (Susanto & Komarawidjaja, 2018).

Dengan berbagai pertimbangan dan study penelitian yang telah dilakukan, maka Langkah mitigasi harus segera dilakukan untuk mengatasi semua polutan udara, baik yang berbentuk gas, partikel, radiasi maupun kebisingan (Franck, Leitte, & Suppan, 2015). Upaya promosi Kesehatan kepada seluruh aspek masyarakat sangat diperlukan sebagai bagian dari upaya preventif untuk pencegahan dampak polusi udara, khususnya pada upaya penurunan angka kejadian stunting (C.Pun, Dowling, & Mehta, 2021). Pemerintah dapat mulai memprioritaskan penanganan polusi udara sebagai bagian penting dalam kebijakan yang diambil terkait pengendalian pencemaran udara dan dampak yang ditimbulkan terutama terhadap aspek Kesehatan (Joe Mccarthy, 2021). Pemerintah memiliki kewenangan dalam mereview kebijakan yang ada terutama yang berhubungan dengan baku mutu emisi, menetapkan

kebijakan baru serta dapat merencanakan dan melaksanakan strategi pengendalian berdasarkan siklus pengelolaan kualitas udara (Permana, 2020). Penetapan kebijakan dan regulasi yang mendukung pada pengendalian pencemaran udara secara signifikan dapat meningkatkan Kesehatan bagi janin (Inoue, Nunokawa, Kurisu, & Ogasawara, 2020). Penerapan teknologi hijau juga dapat menjadi salah satu alternatif untuk melakukan pengendalian pencemaran udara karena dapat ,menghemat biaya Kesehatan dan memiliki manfaat secara ekonomi jauh lebih besar daripada biaya investasi di awal (Joe Mccarthy, 2021). Penggunaan modifikasi cerobong asap model *wet scrubber* dapat juga direkomendasikan untuk pengolahan emisi pada sumber tidak bergerak terutama pada industry kecil dan menengah, karena relative sederhana, murah dan mudah untuk dioperasikan serta tidak membutuhkan perawatan yang rumit (Sudaryanto, Windarso, Nuryani, & Sunarno, 2022).

KESIMPULAN

Penyampaian materi tentang dampak polusi udara dan upaya pencegahan yang dapat dilakukan dinilai sangat dibutuhkan untuk sampai pada level paling bawah, yaitu masyarakat. Program ini dapat dimasukkan dalam agenda materi yang disampaikan oleh Puskesmas pada bidang promosi Kesehatan, kegiatan PISPK, materi PHBS rumah tangga dan konsultasi KIA. Hal ini dikarenakan upaya promosi Kesehatan kepada seluruh aspek masyarakat merupakan bagian dari upaya preventif untuk pencegahan dampak polusi udara, khususnya pada upaya penurunan angka kejadian stunting

APRESIASI

Terimakasih kami sampaikan kepada Direktur Poltekkes Kemenkes Yogyakarta beserta jajaran, Kepala Puskesmas Sleman beserta jajaran, Penanggungjawab dan pengelola industry se Kapanewon Sleman

DAFTAR PUSTAKA

- Anjani, A. (2021, November 17). *Kualitas Udara Jakarta Buruk, WRI Ingatkan Risiko Stunting hingga Depresi*. Retrieved from <https://www.detik.com> : <https://www.detik.com/edu/detikpedia/d-5815098/kualitas-udara-jakarta-buruk-wri-ingatkan-risiko-stunting-hingga-depresi>
- Aryanti, S. (2019, 12 20). *Dampak Pencemaran Udara (Polusi Udara) Terhadap Penyakit Hipertensi* . Retrieved from <http://p2ptm.kemkes.go.id/kegiatan-p2ptm/subdit-penyakit-jantung-dan-pembuluh-darah/dampak-pencemaran-udara-polusi-udara-terhadap-penyakit-hipertensi>: <http://p2ptm.kemkes.go.id/kegiatan-p2ptm/subdit-penyakit-jantung-dan-pembuluh-darah/dampak-pencemaran-udara-polusi-udara-terhadap-penyakit-hipertensi>
- Bappenas. (n.d.). *Cegah Stunting itu Penting!* Retrieved from <https://cegahstunting.id/intervensi/intervensi-sensitif/>: <https://cegahstunting.id/intervensi/intervensi-sensitif/>
- Bergstra, A. D., Been, J. V., & Burdorf, A. (2022). The association of specific industry-related air pollution with occurrence of chronic diseases: A register-based study. *Environmental Research*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112872>

- C.Pun, V., Dowling, R., & Mehta, S. (2021). Ambient and household air pollution on early-life determinants of stunting—a systematic review and meta-analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26404-26412. doi:<https://doi.org/10.1007/s11356-021-13719-7>
- Chakrabarti, A. (2021). Deforestation and infant mortality: Evidence from Indonesia. *Economics and Human Biology*, 40. doi:<http://dx.doi.org/10.1016/j.ehb.2020.100943>
- D.Bergstra, A., V.Been, J., & Burdorf, A. (2022). The association of specific industry-related air pollution with occurrence of chronic diseases : A register-based study. *Environmental Research*, 209. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.112872>
- deSouza, P. N., Dey, S., M.Mwenda, K., Kim, R., Subramain, S., & L.Kinney, P. (2022, April). Robust relationship between ambient air pollution and infant mortality in India. *Science of the Total Environment*, 815. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.152755>
- Dinas Lingkungan Hidup . (2019, 10 01). *SUMBER PENYEBAB DAN PENCEMARAN UDARA*. Retrieved from <https://dlh.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/sumber-penyebab-dan-pencemaran-udara-48>: <https://dlh.bulelengkab.go.id/informasi/detail/artikel/sumber-penyebab-dan-pencemaran-udara-48>
- Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara . (2022). *INFORMASI GEOSPASIAL EMISI SEKTOR INDUSTRI*. DKI Jakarta : Direktorat Pengendalian Pencemaran Udara Ditjen Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Editorial rumah. (2021, September 30). *Pencemaran Udara dari Asap Pabrik, 3 Solusi, dan Penyebabnya*. Retrieved from <https://www.rumah.com/panduan-properti/asap-pabrik-55893>: <https://www.rumah.com/panduan-properti/asap-pabrik-55893>
- Franck, U., Leitte, A. M., & Suppan, P. (2015). Multifactorial airborne exposures and respiratory hospital admissions — The example of Santiago de Chile. *Science of the Total Environment*, 502, 114-121. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.08.093>.
- He, C., Liu, C., Chen, R., Meng, X., Wang, W., Ji, J., . . . Kan, H. (2022). Fine particulate matter air pollution and under-5 children mortality in China : A National time-stratified case-crossover study. *Environment International*, 159. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envint.2021.107022>
- Inoue, T., Nunokawa, N., Kurisu, D., & Ogasawara, K. (2020, August). Particulate air pollution, birth outcomes, and infant mortality: Evidence from Japan's automobile emission control law of 1992. *SSM - Population Health*, 11. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ssmph.2020.100590>
- IQAir. (2022, 08 08). *Kualitas udara di Jakarta : indeks Kualitas udara (AQI) dan Polusi Udara PM 2.5 di Jakarta* . Retrieved from <https://www.iqair.com/id/indonesia/jakarta>: <https://www.iqair.com/id/indonesia/jakarta>
- Islam, S., Rana, M. J., & Mohanty, S. K. (2020, August). Cooking, smoking, and stunting: Effects of household air pollution sources on childhood growth in India. *Indoor Air*, 31(1), 229-249. doi:10.1111/ina.12730

- Joe Mccarthy. (2021, May 25). *Air Pollution, Not Just Poor Nutrition, Can Lead to Childhood Stunting: Report*. Retrieved from <https://www.globalcitizen.org/> : <https://www.globalcitizen.org/en/content/air-pollution-causes-stunting-report/>
- Kementerian Kesehatan. (2021). *Peta Jalan Kualitas Udara Dalam Ruang tahun 2022-2030*. DKI Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Khalid, H. (2022, July 29). *Polusi Udara : Penyebab dan Upaya Pencegahannya* . Retrieved from <https://environment-indonesia.com/> : <https://environment-indonesia.com/polusi-udara-penyebab-dan-upaya-pencegahannya/>
- Kompas. (2022, 04 07). *Polusi Udara di Indonesia Peringkat 1 di Asia Tenggara dan Peringkat 17 Negara Paling Berpolusi di Dunia*. Retrieved from <https://www.kompas.com/>: <https://www.kompas.com/sains/read/2022/04/07/123100123/polusi-udara-di-indonesia-peringkat-1-di-asia-tenggara-dan-peringkat-17?page=all#:~:text=Kondisi%20polusi%20udara%20di%20Indonesia,berpolusi%20di%20kawasan%20Asia%20Tenggara.>
- Muslikah. (2022, June 06). Profil Industri di Kapanewon Sleman . (N. Dyah, Interviewer)
- Nelson Gouveia, W. L.-D.-S.-B.-A.-C. (2018). Effectts of air pollution on infant and children respiratory mortality in four large Latin-American cities. *Environmental Pollution*, 232, 385-391. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2017.08.125>
- Permana, A. (2020, August 28). *Cara Pengendalian Pencemaran Udara Menurut Prof.Puji Lestari*. Retrieved from <https://www.itb.ac.id/berita/detail/57584/cara-pengendalian-pencemaran-udara-menurut-prof-puji-lestari>: <https://www.itb.ac.id/berita/detail/57584/cara-pengendalian-pencemaran-udara-menurut-prof-puji-lestari>
- RSU PKU Muhammadiyah Surakarta . (,). *Manfaat Udara Bersih Bagi Manusia*. Retrieved from <https://www.rspkusolo.com/a/manfaat-udara-bersih-bagi-manusia>: <https://www.rspkusolo.com/a/manfaat-udara-bersih-bagi-manusia>
- Sheela S Sinharoy, T. C. (2020, April). Air Pollution and Stunting: a missing. *The Lancet Global Health*, 8(4), eE451-e611. Retrieved from <http://www.thelancet.com/lancetgh>
- Situmorong, H. D. (2021, 06 05). *Kualitas Udara di Indonesia Terus Memburuk*. Retrieved from <https://www.beritasatu.com/archive/783001/kualitas-udara-di-indonesia-terus-memburuk>: <https://www.beritasatu.com/archive/783001/kualitas-udara-di-indonesia-terus-memburuk>
- Sudaryanto, S., Windarso, S. E., Nuryani, S., & Sunarno, J. M. (2022, June 06). MODIFIKASI CEROBONG ASAP MODEL WET SCRUBBER UNTUK MENURUNKAN KADAR DEBU DAN KEPEKATAN ASAP PADA SUMBER EMISI TIDAK BERGERAK. (N. D. Prasetyawati, Interviewer)
- Sun, Z., & Cheng, L. (2021). Air pollution and procyclical mortality: Evidence from China. *China Economic Review*, 68. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chieco.2021.101625>

Susanto, J. P., & Komarawidjaja, W. (2018, July). Pembangunan Green Belt Sebagai Antisipasi Pencemaran Udara. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 19(2), 155-163. Retrieved from <https://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/download/2618/pdf/6605>

Universitas Nasional. (2017, July 04). *Benarkah Polusi Udara Picu Kematian Dini ?* Retrieved from <https://www.unas.ac.id/kesehatan/benarkah-polusi-udara-picu-kematian-dini/>:
<https://www.unas.ac.id/kesehatan/benarkah-polusi-udara-picu-kematian-dini/>

Yin-Ting Chen, C.-L. L.-J.-H.-Y.-N.-C.-C. (2021). Association between short-term exposure to air pollution and sudden infant death syndrome. *Chemosphere*, 271. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.129515>.

Zhang, Z., Zhang, G., & Su, B. (2022). The spatial impacts of air pollution and socio-economic status on public health: Empirical evidence from China. *Socio-Economic Planning Sciences*, 83. doi:<https://doi.org/10.1016/j.seps.2021.101167>