
LITERATUR REVIEW : ANALISIS TINGKAT PENCEMARAN UDARA AKIBAT LALU LINTAS KENDARAAN DI INDONESIA

Anggi Pratiwi¹, Cici Lestari², Zultira Harina Roza³, Firdus⁴, Alia Rizki⁵, dan
Muhammad Nasir⁶

^{1,2,3} Program Studi Magister Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Syiah Kuala
Banda Aceh, Indonesia

^{4,5,6} Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan, Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh
Indonesia

Received : 30 April 2024

Accepted : 05 Mei 2024

Published : 14 Mei 2024

ABSTRACT

Human activities can directly or indirectly cause air quality to drop to a certain level. The increasing growth of a city goes hand in hand with increasing human activities and the increasing number of vehicles in urban areas, resulting in changes in the composition of ambient air quality. The decrease in air quality can disturb and endanger the surrounding environment, especially humans. This research was conducted with a literature study related to air pollution due to transportation activities in regencies and cities in Indonesia. Based on the results of the literature study, it is known that from 16 districts / cities, the most pollutants in air pollution are CO and NO₂ and the pollutant with the lowest value is Pb.

Keywords: air pollution; transportation; environment

ABSTRAK

Aktivitas manusia secara langsung atau tidak langsung dapat menyebabkan kualitas udara turun sampai ke tingkat tertentu. Semakin meningkatnya pertumbuhan suatu kota beriringan dengan meningkatnya kegiatan manusia dan bertambahnya jumlah kendaraan di perkotaan maka mengakibatkan komposisi udara ambien mengalami perubahan kualitas. Penurunan kualitas udara tersebut dapat mengganggu dan membahayakan lingkungan sekitar terutama Manusia. Penelitian ini dilakukan dengan studi literatur terkait pencemaran udara akibat aktivitas transportasi di kabupaten dan kota yang ada di Indonesia. Berdasarkan hasil studi literatur diketahui bahwa dari 16 kabupaten/kota, polutan terbanyak pencemaran udara adalah CO dan NO₂ dan polutan dengan nilai terendah yaitu Pb.

Kata kunci: pencemaran udara; transportasi; lingkungan

Corresponding Author:

Firdus

Department of Biology, Faculty of Science and Technology, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh 23111, Indonesia

Email: firdus@usk.ac.id

PENDAHULUAN

Pencemaran udara merupakan suatu kondisi ketika bahan polutan baik berupa gas, asap, debu atau bau terdapat di udara. Keberadaan polutan di udara dapat menimbulkan kerugian dan ketidaknyamanan bagi kehidupan makhluk hidup, terutama manusia (Goossens *et al.*, 2021). Pembangunan wilayah perkotaan dan peningkatan penggunaan sarana transportasi seperti kendaraan

bermotor menjadi salah satu penyumbang utama pencemaran udara di Indonesia (Ismiyati *et al.*, 2014). Zat pencemar dapat masuk ke udara melalui alam maupun kegiatan manusia. Berdasarkan sumbernya pencemaran udara dapat digolongkan menjadi sumber bergerak dan tidak bergerak. Pembangkit listrik, industri dan rumah tangga merupakan sumber pencemaran udara tidak bergerak. Sedangkan pencemaran udara dari sumber yang bergerak meliputi aktivitas transportasi baik di darat maupun di laut (Yusrianti, 2015).

Aktivitas mobilitas harian masyarakat tentunya tidak dapat dipisahkan dari penggunaan transportasi. Hal tersebut menjadikan sarana transportasi sebagai salah satu sektor infrastruktur yang sangat esensial (Dvořák *et al.*, 2017). Perkembangan sarana tentunya telah memberikan berbagai dampak positif diberbagai sektor lainnya, meskipun demikian dampak negatif terhadap lingkungan juga tidak dapat dihindarkan (Zak, 2019). Salah satu dampak negatif dari perkembangan transportasi terhadap lingkungan adalah terjadinya polusi udara. Transportasi darat menjadi penghasil emisi terbanyak dan paling berbahaya jika dibandingkan dengan dua subsektor transportasi lainnya yang meliputi transportasi laut, dan udara (Vichova *et al.*, 2021).

Berdasarkan komposisinya bahan polutan dalam udara dapat dibedakan menjadi polutan senyawa gas dan materi partikulat (PM). Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Oksida (NO), Karbon Dioksida (CO₂) merupakan beberapa jenis polutan dalam bentuk senyawa gas (Manisolidis *et al.*, 2020). Berdasarkan ukuran partikel (padat dan cair) polutan partikulat dapat dibedakan menjadi partikel ultrafine, PM_{2.5}, dan PM₁₀ (Tiotiu *et al.*, 2020). Tingkat kualitas udara dapat ditentukan berdasarkan parameter dari pencemaran udara, yang meliputi : Parameter Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Sulfur Dioksida (SO₂), Parameter Partikel Debu (PM₁₀ dan TSP), Parameter Timah Hitam (Pb) dan Parameter Oksidan O₃ (Asfiyati dan Indrayani, 2018).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan melakukan kajian literatur yang memuat artikel jurnal dari tahun 2000 hingga 2024 yang bersumber dari *database* Google Scholar. Pengkajian literatur memfokuskan pada pencemaran udara akibat lalu lintas kendaraan yang ada di Indonesia. Kata kunci “pencemaran udara”, “kendaraan” digunakan sebagai acuan dalam pencarian presentase pencemaran udara di beberapa kota yang ada di Indonesia. Pemilihan jenis artikel juga ditinjau dari segi tahun terbit, artikel dapat diakses secara menyeluruh, membahas terkait pencemaran udara di Indonesia akibat lalu lintas kendaraan, serta artikel membahas efek dan solusi yang menjadi dampak dari pencemaran udara oleh kendaraan. Diharapkan artikel ini akan memaparkan keadaan kualitas udara di beberapa kota di Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Polusi Pencemaran Udara

Udara merupakan elemen yang penting bagi kehidupan, namun di era modern ini, terjadi perubahan kualitas udara seiring dengan kawasan industri, perkembangan fisik kota serta berkembangnya sistem transportasi (Ismiyati et al., 2014). Selain aktivitas manusia, faktor alam seperti kebakaran hutan dan letusan gunung berapi juga mempengaruhi kualitas udara sehingga menimbulkan pencemaran udara yang pada akhirnya menyebabkan penurunan kualitas udara (Sava et al., 2023). Di Indonesia, lebih dari 70% polusi udara berasal dari hasil emisi kendaraan bermotor. Kendaraan bermotor mengeluarkan zat berbahaya yang dapat berdampak negatif terhadap kesehatan manusia dan lingkungan. Bahan berbahaya tersebut antara lain timbal (Pb), nitrogen dioksida (NO₂), hidrokarbon (HC), karbon monoksida (CO), sulfur dioksida (SO₂), oksidan (O₃), dan particulate matter berdiameter 10 mikron (PM₁₀). Kendaraan bermotor menyumbang hampir 100% timbal di udara, 71-89% hidrokarbon (HC), dan hampir seluruh karbon monoksida (CO) (Mursinto & Kusumawardani, 2016; Primasanti & Indriastiningsih, 2021).

Tidak bisa dipungkiri bahwa emisi gas buang berupa asap knalpot adalah hasil dari tidak sempurnanya proses pembakaran. Di antara beberapa polutan, CO adalah salah satu polutan yang paling umum dikeluarkan oleh kendaraan bermotor (Ismiyati et al., 2014; Sengkey et al., 2011). Semakin besar volume kendaraan bermotor maka emisi polutan udara pun semakin tinggi sehingga berdampak pada tingkat pencemaran udara yang terjadi dan dapat memberikan dampak negatif untuk kesehatan manusia (Akbar, 2023; Catleya et al., 2021). Dampak polutan terhadap tubuh manusia dapat menyebabkan iritasi pada mukosa pernafasan sehingga menyebabkan peningkatan penyakit pernafasan kronis non spesifik seperti asma, bronkitis, gejala batuk dan Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) yang bahkan dapat menyebabkan kematian. Beberapa zat organik seperti partikel debu dapat menyebabkan pneumokoniosis, bahan biologis seperti bakteri, jamur, dan virus dapat menyebabkan reaksi alergi dan infeksi. Udara yang telah tercemar oleh bahan-bahan pencemar tidak hanya berdampak terhadap kesehatan manusia, tetapi juga makhluk hidup dan lingkungan sekitar (Budiyono, 2010; Sava et al., 2023).

Pengukuran pencemaran udara di salah satu wilayah di Manado menunjukkan konsentrasi gas karbon dioksida dari lalu lintas di Jalan Sam Ratulangi Manado berkisar antara 7242,99 µg/m³ hingga 15577,07 µg/m³. Meskipun nilai tersebut tidak melebihi batas baku mutu udara nasional, namun jumlah polutan karbon dioksida di udara dari kendaraan bermotor berkisar antara 80,22% hingga 92,00% (Sengkey et al., 2011). Berdasarkan peraturan pemerintah tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup nomor: KEP-02/MENKLH/I/1988 tentang pedoman penetapan baku mutu lingkungan,

kadar CO tidak boleh melebihi ambang batas 10000,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$, sedangkan baku mutu SO_2 (360,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$), NO_2 (150,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$), O_3 (235,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$), Pb (2.00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$), HC (160,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$) dan PM_{10} (150,00 $\mu\text{g}/\text{Nm}$).

Penelitian Polusi Pencemaran Udara karena Kendaraan Bermotor di Indonesia

Secara keseluruhan ada 16 Kabupaten/Kota yang terpapar polutan pencemaran udara yang ditemukan dalam penelitian dari tahun 2008-2023. Polutan yang diteliti adalah Sulfur Dioksida (SO_2) (Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Ma'rufi, 2018; Muziansyah et al., 2015; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020), Karbon Monoksida (CO) (Akbar, 2023; Bachtiar & Alfirna, 2017; Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020), Nitrogen Dioksida (NO_2) (Akbar, 2023; Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Ma'rufi, 2018; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020), Oksidan (O_3) (Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012), Timah Hitam (Pb) (Indrayani & Asfiati, 2018), Hydrocarbon (HC) (Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012), *particulate matter* berdiameter 10 mikron (PM_{10}) (Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020). Jenis polutan yang paling banyak ditemukan di Kabupaten/Kota adalah Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO_2) yang ditemukan di 15 Kota/Kabupaten, sedangkan jenis polutan yang paling sedikit ditemukan adalah Timah Hitam (Pb) yang hanya ditemukan di Kota Medan dan masih di bawah standar baku mutu (Tabel 1, Tabel 2).

Lokasi pengambilan sampel jenis polutan pencemaran udara meluas dari Pulau Sumatra sampai pulau Kalimantan, lokasi pengambilan sampel polutan yang paling banyak adalah di Pulau Jawa sebanyak 10 Kabupaten/Kota (Tabel 1). Pentingnya penelitian tentang jenis polutan pencemaran udara merupakan salah satu upaya perlindungan lingkungan hidup, yaitu meminimalisir pencemaran udara dengan pengendalian pencemaran gas buang kendaraan bermotor (Sudarman et al., 2019), mencegah kerusakan terhadap manusia dan lingkungan, meminimalisir peningkatan pencemaran udara yang berdampak negatif terhadap kesehatan dan produktivitas pertanian, merugikan ekosistem, dan mengganggu estetika (Hasan et al., 2020), upaya mencegah pengasaman air hujan karena transformasi H_2O bercampur dengan CO_2 dan SO_2 , yang menyebabkan sulfur

menjadi asam sulfat (H₂SO₄) dan nitrogen menjadi asam nitrat (HNO₃) (Rosyadi & Wulandari, 2021). Memperdalam informasi yang terkait logam berat bisa memberikan solusi alternatif untuk mengatasi dampak dari pencemaran polusi udara terhadap kesehatan, kesejahteraan (*welfare*), sumberdaya lingkungan (*environmental resources*).

Tabel 1. Sebaran jenis polutan kendaraan bermotor di lokasi penelitian di Kabupaten/Kota Indonesia (X: ditemukan)

No	Lokasi	Kabupaten/Kota	Jenis Polutan						
			SO ₂	CO	NO ₂	O ₃	Pb	HC	PM ₁₀
1	Kota Medan	Medan	x	x	x	x	x	x	x
2	Area Parkir UMY	Yogyakarta		x	x			x	x
3	Kota Banda Aceh	Banda Aceh	x	x	x				
4	Terminal Pasar	Bandar Lampung	x	x	x			x	x
5	Kota Surabaya	Surabaya	x		x				
6	Pusat Perbelanjaan	Makassar		x	x			x	x
7	Kota Bandung	Bandung	x	x	x	x		x	x
8	Kota Surakarta	Surakarta	x	x	x	x		x	x
9	Kota Yogyakarta	Yogyakarta	x	x	x	x		x	x
10	kota semarang	Semarang	x	x	x	x		x	x
11	kota Surabaya	Surabaya	x	x	x	x		x	x
12	Denpasar	Bali	x	x	x	x		x	x
13	Serang	Banten	x	x	x	x		x	x
14	Provinsi DKI Jakarta	Jakarta	x	x	x	x			x
15	Pasar Tradisional	Padang		x					
16	Kota Tarakan	Kalimantan	x	x	x			x	x
Jumlah			13	15	15	9	1	12	13

Table 2. Daftar penelitian jenis polutan kendaraan bermotor Indonesia

No	Jenis Polutan	Standar Baku Mutu (µg/Nm)	Nilai (µg/Nm)	Status	Referensi
1	SO ₂	360,00	0,0163 – 365,00	Dibawah standar baku mutu – batas standar baku mutu	(Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Ma'rufi, 2018; Muziansyah et al., 2015; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020)

No	Jenis Polutan	Standar Baku Mutu ($\mu\text{g}/\text{Nm}$)	Nilai ($\mu\text{g}/\text{Nm}$)	Status	Referensi
2	CO	10000,00	0,0172 -5825,55	Dibawah standar baku mutu	(Akbar, 2023; Bachtiar & Alfirna, 2017; Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020)
3	NO ₂	150,00	0,0152 – 400,00	Dibawah standar baku mutu - diatas standar baku mutu	(Akbar, 2023; Gani, A., & Mahidin, 2019; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Ma'rufi, 2018; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020)
4	O ₃	235,00	0,0407 – 456,10	Dibawah standar baku mutu - diatas standar baku mutu	(Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012)
5	Pb	2.00	< 0,0014	Dibawah standar baku mutu	(Indrayani & Asfiati, 2018)
6	HC	160,00	0,0012 – 7786,425	Dibawah standar baku mutu - diatas standar baku mutu	(Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012)
7	PM ₁₀	150,00	0,0033 – 206,00	Dibawah standar baku mutu - diatas standar baku mutu	(Akbar, 2023; Indrayani & Asfiati, 2018; Kusminingrum & G, 2008; Muziansyah et al., 2015; Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, 2022; Pratiwi, 2012; Agista et al., 2020)

Implikasinya Terhadap Penanggulangan Polusi Pencemaran Udara karena Kendaraan Bermotor di Indonesia

Manusia senantiasa membutuhkan udara dalam kehidupannya, sehingga kualitas udara harus memadai untuk menjaga kesehatan masyarakat. Masalah

kesehatan merupakan salah satu dampak pencemaran udara yang paling dirasakan di negara-negara berkembang. Emisi ini disebabkan oleh gas buang kendaraan dan cenderung meningkat dari tahun ke tahun seiring dengan meningkatnya lalu lintas kendaraan (Mursinto & Kusumawardani, 2016; Sundari, 2019).

Upaya penanggulangan serta pencegahan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Pertama, Mengukur dampak ekonomi yang disebabkan pencemaran udara terhadap kesehatan, diukur dengan biaya ekonomi dari gangguan kesehatan yang diestimasi dengan pendekatan *Dose Response Function* (DRF). Dengan mengetahui tingginya biaya pengobatan yang harus ditanggung masyarakat sebagai dampak negatif (eksternal) pencemaran lingkungan, diharapkan muncul upaya-upaya untuk mengurangi pencemaran udara di Indonesia. Kedua, melakukan mitigasi. Mitigasi merupakan upaya preventif untuk meminimalisir dampak negatif bencana yang akan datang. Mitigasi tidak hanya berlaku pada bencana alam, namun juga terhadap segala bentuk dan jenis bencana, termasuk bencana akibat ulah manusia. Pengendalian kerusakan bertujuan untuk mengurangi kerugian akibat bencana, seperti korban jiwa dan kerusakan harta benda. salah satu contoh mitigasi bencana masyarakat terhadap bencana adalah memberikan informasi mengenai langkah-langkah untuk meminimalkan polusi udara (Sava et al., 2023). Ketiga, Polutan yang paling banyak dihasilkan dari kendaraan bermotor adalah Karbon Monoksida (CO) sehingga di butuhkan peran tumbuhan sebagai penyerap karbon, salah satu tumbuhan yang paling banyak menyerap karbon adalah mangrove, semakin banyak jumlah tegakan mangrove, maka semakin baik dalam menyerap karbon (Prakoso et al., 2018). Selain CO, mangrove mempunyai kemampuan dalam menyerap dan menyimpan logam berat seperti Pb yang disimpan dalam bentuk biomassa pada bagian akar dan daunnya (Ali, M., & Rina, 2012).

KESIMPULAN

Kesimpulan berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, diindikasikan bahwa penelitian tentang pencemaran udara yang disebabkan oleh kendaraan bermotor masih sangat terbatas, dimana hanya terdapat di 16 Kabupaten/Kota dan penelitian didominasi di pulau Jawa sebanyak 10 Kabupaten/Kota. Dari 16 Kabupaten/Kota ditemukan enam jenis polusi yang mempengaruhi pencemaran udara, yaitu Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Oksidan (O₃), Timah Hitam (Pb), Hydrocarbon (HC), benda partikulat atau *particulate matter* berdiameter 10 mikron (PM₁₀). Jenis polutan yang paling banyak ditemukan di Kabupaten/Kota adalah Karbon Monoksida (CO) dan Nitrogen Dioksida (NO₂) yang ditemukan di 15 Kota/Kabupaten, sedangkan jenis polutan yang paling sedikit ditemukan adalah Timah Hitam (Pb) yang hanya ditemukan di Kota Medan. Oleh karena itu penelitian tentang pencemaran udara

akibat lalu lintas kendaraan bermotor di Indonesia perlu ditingkatkan guna menjadi mitigasi terhadap dampak pencemaran udara karena kendaraan bermotor.

REFERENCES

- Agista, P., Gusdini, N., & Maharani, M. (2020). Analisis Kualitas Udara Dengan Indeks Standar Pencemar Udara (Ispu) Dan Sebaran Kadar Polutannya Di Provinsi Dki Jakarta. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 2(2), 39–57. <https://doi.org/10.36441/seoi.v2i2.491>
- Akbar, R. Z. (2023). Analisis Tingkat Pencemaran Udara Kendaraan Bermotor di Area Parkir Selatan Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 8(1), 25–33. <https://doi.org/10.33084/mitl.v8i1.4680>
- Ali, M., & Rina, R. (2012). Kemampuan Tanaman Mangrove untuk Menyerap Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb). *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(2), 28–35.
- Bachtiar, V. S., & Alfirna, V. (2017). Studi Konsentrasi Co Akibat Kendaraan Study of Co Concentrations Due To Motor Vehicles in the Traditional Market of Padang City. *Teknik Lingkungan Universitas Andalas*.
- Budiyono, A. (2010). Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara Pada Lingkungan. *Dirgantara*, 2(1), 21–27.
- Catleya, F., Yustiani, Y. M., & Hasbiah, A. W. (2021). Tingkat Pencemaran Udara Co Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Udara Skala Mikro Di Jalan Sudirman Jakarta. *Infomatek*, 23(1), 55–68. <https://doi.org/10.23969/infomatek.v23i1.4016>
- Dvořák, Z., Sventeková, E., Řehák, D., & Čekerevac, Z. (2017). Assessment of Critical Infrastructure Elements in Transport. *Procedia Engineering*, 187, 548–555. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.413>
- Gani, A., & Mahidin, M. (2019). (2019). Evaluasi Pengaruh Kendaraan Bermotor Terhadap Kualitas Udara Ambien Pada Berbagai Tipe Ruas Jalan Kota Banda Aceh. *Jurnal Penelitian Transportasi Darat*, 21(1), 21–30.
- Goossens, J., Jonckheere, A. C., Dupont, L. J., & Bullens, D. M. A. (2021). Air pollution and the airways: Lessons from a century of human urbanization. *Atmosphere*, 12(7), 1–22. <https://doi.org/10.3390/atmos12070898>
- Hasan, N., Fattah, I., & Risna. (2020). Analisis pencemaran udara akibat Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara. *Madani Legal Review*, 4(2), 108–123.
- Indrayani, I., & Asfiati, S. (2018). Pencemaran Udara Akibat Kinerja Lalu-Lintas Kendaraan Bermotor Di Kota Medan. *Jurnal Permukiman*, 13(1), 13.

<https://doi.org/10.31815/jp.2018.13.13-20>

- Ismiyati, I., Marlita, D., & Saidah, D. (2014). Pencemaran Udara Akibat Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor. *Jurnal Manajemen Transportasi & Logistik (JMTRANSLOG)*, 1(3), 241. <https://doi.org/10.54324/j.mtl.v1i3.23>
- Kusminingrum, N., & G, G. (2008). Polusi Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Perkotaan Pulau Jawa dan Bali. *Pusat Litbang Jalan Dan Jembatan*, 13. http://pu.go.id/uploads/services/infopublik_20130926120104.pdf.
- Ma'rufi, I. (2018). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (SO₂, H₂S, NO₂ dan TSP) Akibat Transportasi Kendaraan Bermotor di Kota Surabaya. *MPI (Media Pharmaceutica Indonesiana)*, 1(4), 189–196. <https://doi.org/10.24123/mpi.v1i4.770>
- Manisalidis, I., Stavropoulou, E., Stavropoulos, A., & Bezirtzoglou, E. (2020). Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Frontiers in Public Health*, 8(February), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2020.00014>
- Mursinto, D., & Kusumawardani, D. (2016). Estimasi Dampak Ekonomi Dari Pencemaran Udara Terhadap Kesehatan Di Indonesia. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 163. <https://doi.org/10.15294/kemas.v11i2.3677>
- Muziansyah, D., Sulistyorini, R., & Sebayang, S. (2015). Model Emisi Gas Buangan Kendaraan Bermotor Akibat Aktivitas Transportasi. 3(1), 2303–2314.
- Prakoso, T. B., Afiati, N., & Suprpto, D. (2018). Biomassa Kandungan Karbon Dan Serapan Co₂ Pada Tegakan Mangrove Di Kawasan Konservasi Mangrove Bedono, Demak. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 6(2), 156–163. <https://doi.org/10.14710/marj.v6i2.19824>
- Pratangga, A., Ariati, A., Syarkawi, M. T., & Maricar, M. H. (2022). Pengaruh Aktivitas Kendaraan Bermotor Terhadap Kebisingan dan Polusi Udara di Kawasan Pusat Perbelanjaan Mall Panakukkang Makassar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Sipil*, 7–15.
- Pratiwi, S. R. (2012). Mempengaruhi kesadaran masyarakat dalam mengatasi polusi udara (timbal / Pb) di Kota Tarakan, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Bisnis Dan Ekonomi EFEKTIF*, 3(2), 77–86.
- Primasanti, Y., & Indriastiningsih, E. (2021). Analisis Dampak Pencemaran Udara Pt Delta Dunia Textile Terhadap Kondisi Masyarakat. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Indonesia*, 12 (1)(1), 20–29.
- Rosyadi, I., & Wulandari, I. P. (2021). Penegakan Hukum Lingkungan terhadap Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Industri di Kabupaten Gresik. *Al-Qanun: Jurnal Pemikiran Dan Pembaharuan Hukum Islam*, 24(2), 279–307. <https://doi.org/10.15642/alqanun.2021.24.2.279-307>
- Sava, I. B., Alfianah, S. R., Sri, F. X., & Sadewo. (2023). Upaya Masyarakat

- Dalam Penanggulangan Polusi Udara Pg Meritjan Kota Kediri. *Jurnal Pendidikan Sosiologi Undiksha*, 5, 30–38.
- Sengkey, S. L., Jansen, F., & Wallah, S. (2011). Tingkat Pencemaran Udara Co Akibat Lalu Lintas Dengan Model Prediksi Polusi Udara Skala Mikro. *Jurnal Ilmiah MEDIA ENGINEERING*, 1(2), 2087–9334.
- Sudarman, S., Saputra, D. D., Karnowo, K., & Febrian, F. (2019). Minimalisasi Pencemaran Udara Melalui Penyetelan Perangkat Pembakaran Motor Sesuai Dengan Baku Mutu Emisi. *Rekayasa*, 16(2), 165–172. <https://doi.org/10.15294/rekayasa.v16i2.17507>
- Sundari, S. N. (2019). Polusi Udara Kendaraan Bermotor Tidak Berpengaruh Terhadap Penyakit ISPA. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN: Jurnal Dan Aplikasi Teknik Kesehatan Lingkungan*, 16(1), 697–706. <https://doi.org/10.31964/jkl.v16i1.157>
- Tiotiu, A. I., Novakova, P., Nedeva, D., Chong-Neto, H. J., Novakova, S., Steiropoulos, P., & Kowal, K. (2020). Impact of air pollution on asthma outcomes. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(17), 1–29. <https://doi.org/10.3390/ijerph17176212>
- Vichova, K., Veselik, P., Heinzova, R., & Dvoracek, R. (2021). Road transport and its impact on air pollution during the COVID-19 pandemic. *Sustainability (Switzerland)*, 13(21). <https://doi.org/10.3390/su132111803>
- Yusrianti, Y. (2015). Studi Literatur tentang Pencemaran Udara Akibat Aktivitas Kendaraan Bermotor di Jalan Kota Surabaya. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 1(1), 11–20. <https://doi.org/10.29080/alard.v1i1.29>
- Zak, J. (2019). *Comparative analysis of the rail and road transport in the CO2 emission Comparative analysis of the rail and road transport in the CO 2 emission. March.*