



Pemahaman Masyarakat Tentang Pencemaran Udara terhadap Lingkungan Hidup di Kota Serang

Azmi Syafanah Nur Hasna^{1*}, Ikhsan Gatot Aji Prasetyo²,
Ik Nurul Fatimah³, Euis Aprianti⁴

^{1,2,3} Program Studi Biologi, Universitas Pamulang, Indonesia

⁴ Program Studi Matematika, Universitas Pamulang, Indonesia

*Penulis Korespondensi: azmisafanah@unpam.ac.id

Abstract. Air pollution is an increasingly serious environmental issue in major cities, including Serang City. The decline in air quality due to motor vehicle emissions, industrial activities, waste incineration, and the reduction of green open spaces harms public health and the environment. Polluted air can cause respiratory problems, reduce the quality of life, and threaten urban ecosystems. This study aims to analyze the level of knowledge, perceptions, and behaviors of Serang City residents regarding air pollution, as well as assess their support for air pollution control policies. The methods used include a mixed-method approach through questionnaires, in-depth interviews, and participatory observation. The results of the study show that the community has a good understanding of the sources of air pollution, particularly vehicle and industrial emissions. They are also aware of the impact of pollution on health, especially for children and the elderly. However, the implementation of protective behaviors such as wearing masks is not yet consistent. Some positive behaviors have begun to develop, such as not burning trash and planting plants at home. Support for pollution control policies is also high. This study emphasizes the importance of continuous education, law enforcement, and collaboration between the government, society, and environmental communities in efforts to mitigate air pollution in Serang City.

Keywords: Air Pollution; Environmental Behavior; Pollution Control Policies; Public Perception; Serang City.

Abstrak. Pencemaran udara merupakan permasalahan lingkungan yang semakin serius di berbagai kota besar, termasuk Kota Serang. Penurunan kualitas udara akibat emisi kendaraan bermotor, aktivitas industri, pembakaran sampah, serta berkurangnya ruang terbuka hijau berdampak negatif terhadap kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan. Udara yang tercemar dapat memicu gangguan pernapasan, menurunkan kualitas hidup, serta mengancam keseimbangan ekosistem perkotaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis tingkat pengetahuan, persepsi, dan perilaku masyarakat Kota Serang terhadap pencemaran udara, sekaligus menilai dukungan mereka terhadap kebijakan pengendalian pencemaran udara. Metode penelitian yang digunakan adalah *mixed method* melalui penyebaran kuesioner, wawancara mendalam, dan observasi partisipatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa masyarakat memiliki pemahaman yang baik mengenai sumber pencemaran udara, terutama dari emisi kendaraan dan kegiatan industri. Kesadaran akan dampak pencemaran terhadap kesehatan juga cukup tinggi, khususnya bagi anak-anak dan lanjut usia. Meskipun demikian, penerapan perilaku protektif seperti penggunaan masker masih belum konsisten. Beberapa perilaku positif mulai muncul, seperti tidak membakar sampah dan menanam tanaman di sekitar rumah. Dukungan terhadap kebijakan pengendalian pencemaran udara juga tergolong tinggi. Penelitian ini menekankan pentingnya edukasi berkelanjutan, penegakan hukum, serta kolaborasi antara pemerintah, masyarakat, dan komunitas lingkungan dalam upaya mitigasi pencemaran udara di Kota Serang.

Kata kunci: Kebijakan Pengendalian Pencemaran; Kesadaran Lingkungan; Kota Serang; Pemahaman Masyarakat; Pencemaran Udara.

1. LATAR BELAKANG

Pencemaran udara merupakan salah satu isu lingkungan global yang semakin mengkhawatirkan, terutama di kawasan perkotaan. Berbagai aktivitas manusia seperti transportasi, industri, pembakaran sampah, serta berkurangnya ruang terbuka hijau menyebabkan peningkatan kadar polutan di udara. Udara yang tercemar mengandung berbagai zat berbahaya, antara lain karbon monoksida (CO), oksida nitrogen (NO_x), oksida sulfur (SO_x), dan partikulat yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan seperti penyakit

pernapasan, kardiovaskular, hingga penurunan kualitas hidup masyarakat (Gautam et al., 2016).

Kondisi ini juga terjadi di Indonesia, termasuk di Provinsi Banten. Sebagai wilayah dengan perkembangan ekonomi dan industri yang pesat, beberapa kota di Banten seperti Cilegon, Tangerang, dan Serang menghadapi tekanan lingkungan akibat meningkatnya aktivitas industri dan transportasi (Febrikha & Tauny, 2019). Kota Serang, yang berfungsi sebagai pusat pemerintahan dan aktivitas ekonomi, menunjukkan penurunan kualitas udara yang cukup signifikan seiring dengan meningkatnya jumlah kendaraan bermotor dan alih fungsi lahan hijau menjadi area terbangun (Anis & Binyati, 2021). Fenomena tersebut menimbulkan kekhawatiran terhadap kesehatan masyarakat dan keseimbangan ekosistem perkotaan.

Berbagai kebijakan pengendalian pencemaran udara telah diterapkan, namun efektivitasnya sangat bergantung pada kesadaran, pemahaman, dan perilaku masyarakat. Rendahnya kesadaran terhadap pentingnya kualitas udara bersih serta lemahnya penegakan hukum terhadap pelanggaran lingkungan masih menjadi tantangan utama dalam upaya mitigasi pencemaran udara di daerah perkotaan. Sementara itu, penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada aspek teknis pencemaran udara, seperti sumber dan kadar polutan, namun masih terbatas yang menelaah faktor perilaku dan persepsi masyarakat terhadap pencemaran udara serta kebijakan pengendaliannya.

Kesenjangan inilah yang menjadi dasar urgensi penelitian ini. Pemahaman masyarakat merupakan komponen penting dalam mewujudkan keberhasilan program pengendalian pencemaran udara yang berkelanjutan. Tanpa adanya partisipasi aktif dan perilaku sadar lingkungan dari masyarakat, berbagai kebijakan pemerintah sulit diimplementasikan secara efektif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis tingkat pengetahuan, persepsi, dan perilaku masyarakat Kota Serang terhadap pencemaran udara serta menilai dukungan mereka terhadap kebijakan pengendalian pencemaran udara.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan strategi edukasi dan kebijakan lingkungan yang berbasis pada pemahaman masyarakat, sehingga mendukung tercapainya tujuan pembangunan berkelanjutan (*Sustainable Development Goals*), khususnya terkait udara bersih dan kesehatan masyarakat.

2. KAJIAN TEORITIS

Pencemaran udara merupakan salah satu bentuk pencemaran lingkungan yang paling berdampak luas terhadap kehidupan makhluk hidup. Udara memiliki peran penting dalam

proses metabolisme, terutama melalui suplai oksigen yang dibutuhkan untuk respirasi. Dalam kondisi normal, komposisi udara terdiri atas gas-gas utama seperti nitrogen, oksigen, karbon dioksida, serta uap air dalam kadar seimbang yang tidak menimbulkan gangguan bagi makhluk hidup (Sulistiani & Kanda, 2024). Namun, seiring meningkatnya aktivitas manusia, seperti pembakaran bahan bakar fosil, aktivitas industri, dan pembakaran lahan, keseimbangan tersebut terganggu sehingga menghasilkan zat pencemar (polutan) yang berpotensi menurunkan kualitas udara.

Proses pembakaran pada suhu tinggi yang berlangsung cepat, seperti pada mesin kendaraan dan industri, menghasilkan berbagai jenis gas dan partikulat yang bersifat toksik (Hemat, 2006). Gas dan partikulat tersebut dapat meningkatkan muatan positif di udara, menghambat fungsi fisiologis tubuh manusia seperti gerakan bulu getar pada tenggorokan, serta menurunkan daya tahan tubuh. Selain berdampak langsung terhadap kesehatan manusia, polutan udara juga memengaruhi ekosistem melalui mekanisme perubahan iklim mikro, penurunan visibilitas, dan terjadinya hujan asam akibat akumulasi senyawa sulfur dan nitrogen oksida di atmosfer (Rohli, 2011).

Jenis polutan udara yang umum dihasilkan dari aktivitas manusia antara lain karbon monoksida (CO), karbon dioksida (CO₂), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), hidrokarbon (HC), chlorofluorocarbon (CFC), timbal (Pb), serta partikulat berukuran kecil (PM₁₀). Tingkat bahaya polutan tersebut dipengaruhi oleh empat faktor utama, yaitu jumlah polutan di lingkungan, tingkat toleransi organisme terhadap polutan, lamanya polutan bertahan di udara, dan interaksi antarpolutan yang dapat memperkuat atau melemahkan efek toksiknya (Rohli, 2011).

Upaya pengendalian pencemaran udara di Indonesia telah diatur dalam berbagai regulasi lingkungan. Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (PPLH) menjadi dasar hukum utama dalam pengendalian pencemaran udara. Regulasi tersebut menegaskan bahwa pencemaran udara terjadi ketika zat, energi, atau komponen lain masuk ke udara ambien hingga menurunkan kualitas udara dari fungsi semestinya. Sebagai tindak lanjut, pemerintah menerbitkan Peraturan Pemerintah (PP) Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yang menggantikan PP No. 41 Tahun 1999. Peraturan ini menekankan pentingnya pemenuhan baku mutu udara ambien, sistem perizinan berbasis risiko, serta pelibatan masyarakat dalam pengawasan lingkungan (Tumengkol, 2023). Keberhasilan pelaksanaan regulasi tersebut sangat bergantung pada komitmen pemerintah daerah, kesadaran masyarakat, dan konsistensi penegakan hukum di lapangan.

Selain aspek lingkungan fisik, keberhasilan pengelolaan pencemaran udara juga sangat dipengaruhi oleh persepsi masyarakat terhadap kondisi lingkungannya. Persepsi merupakan proses kognitif yang memungkinkan individu menerima, menafsirkan, dan memberi makna terhadap stimulus dari lingkungan (Hadi, 2017). Persepsi seseorang terbentuk melalui kombinasi antara faktor internal dan eksternal. Rakhmah (2005) membedakan dua faktor utama yang memengaruhi persepsi, yakni faktor personal (internal) dan faktor situasional (eksternal). Sementara itu, Krech dan Crutchfield dalam Hadi (2017) menyebutnya faktor fungsional dan struktural. Faktor fungsional berkaitan dengan kebutuhan, pengalaman masa lalu, dan motivasi individu, sedangkan faktor struktural dipengaruhi oleh karakteristik stimulus fisik dan respon saraf yang ditimbulkannya. Toha (2003) menambahkan bahwa perasaan, nilai, perhatian, serta latar belakang sosial dan informasi lingkungan turut menentukan bagaimana seseorang mempersepsikan suatu fenomena.

Dalam konteks pencemaran udara, persepsi masyarakat mencerminkan tingkat pengetahuan, kesadaran, dan kepedulian mereka terhadap kondisi lingkungan. Persepsi yang positif akan mendorong perilaku pro-lingkungan seperti mengurangi penggunaan kendaraan pribadi, menanam pohon, atau mendukung kebijakan pengendalian emisi. Sebaliknya, persepsi negatif atau rendahnya kesadaran dapat menyebabkan sikap pasif terhadap isu pencemaran dan menghambat keberhasilan kebijakan pengendalian lingkungan.

Keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan lingkungan juga tidak terlepas dari tingkat kesadaran lingkungan. Kesadaran ini mencakup aspek kognitif (pengetahuan dan keterampilan), afektif (sikap dan nilai), serta konatif (tindakan nyata dalam menjaga lingkungan). Pendidikan lingkungan, baik formal maupun nonformal, berperan penting dalam membentuk perilaku sadar lingkungan (Hadi, 2017). Partisipasi masyarakat dapat diwujudkan melalui tindakan sederhana seperti membuang sampah pada tempatnya, melakukan penghijauan, dan mengurangi sumber polusi, hingga bentuk partisipasi aktif seperti pelaporan kasus pencemaran dan keterlibatan dalam perencanaan kebijakan publik.

Sebagaimana dikemukakan oleh Tumengkol (2023), sinergi antara pemerintah, pelaku usaha, dan masyarakat menjadi kunci dalam keberhasilan pengendalian pencemaran udara. Oleh karena itu, penelitian mengenai persepsi dan keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan pencemaran udara menjadi penting sebagai landasan untuk memahami tingkat kesadaran lingkungan dan merumuskan strategi peningkatan partisipasi publik dalam menjaga kualitas udara.

Bagian ini menguraikan teori-teori relevan yang mendasari topik penelitian dan memberikan ulasan tentang beberapa penelitian sebelumnya yang relevan dan memberikan

acuan serta landasan bagi penelitian ini dilakukan. Jika ada hipotesis, bisa dinyatakan tidak tersurat dan tidak harus dalam kalimat tanya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan campuran (mixed methods), yakni menggabungkan metode kualitatif dan kuantitatif secara bersamaan. Pendekatan ini dipilih untuk memperoleh pemahaman yang lebih mendalam dan menyeluruh mengenai pengetahuan, persepsi, dan perilaku masyarakat Kota Serang terhadap pencemaran udara serta dampaknya terhadap kesehatan dan lingkungan. Kombinasi dua metode ini memungkinkan peneliti memperoleh data yang kaya dari sisi naratif dan statistik.

Pendekatan kualitatif dilakukan melalui wawancara mendalam dan observasi partisipatif. Wawancara dilakukan terhadap 15–20 informan yang dipilih secara purposive, mencakup berbagai latar belakang seperti tokoh masyarakat, industri, sektor informal, ibu rumah tangga, dan aktivis lingkungan. Pertanyaan bersifat semi-terstruktur dan menyentuh aspek sumber polusi, risiko kesehatan, dan tindakan mitigasi. Sementara itu, observasi partisipatif dilakukan di berbagai lokasi seperti pasar, pemukiman, dan kawasan industri, untuk memahami perilaku masyarakat terkait aktivitas yang berdampak pada kualitas udara.

Metode kuantitatif dilaksanakan melalui penyebaran kuesioner tertutup kepada 400 responden di Kota Serang. Kuesioner dirancang dengan skala Likert dan mencakup aspek pengetahuan, kesadaran kesehatan, sikap terhadap kebijakan, serta tindakan mitigatif. Responden dipilih secara representatif dari berbagai kelompok demografis. Penyebaran dilakukan secara langsung maupun melalui enumerator, dengan menjamin partisipasi sukarela dan kerahasiaan data.

Analisis data dilakukan secara tematik untuk kualitatif dan statistik untuk kuantitatif. Data wawancara dan observasi dianalisis melalui identifikasi tema dan pola sosial yang muncul. Sementara itu, data kuantitatif dianalisis menggunakan R Studio untuk menyajikan distribusi jawaban dalam bentuk tabel, grafik, serta menguji hubungan antarvariabel dengan uji statistik (misalnya uji t atau ANOVA). Validitas dan reliabilitas dijamin melalui triangulasi, member checking, uji coba instrumen, serta pengukuran Cronbach's Alpha.

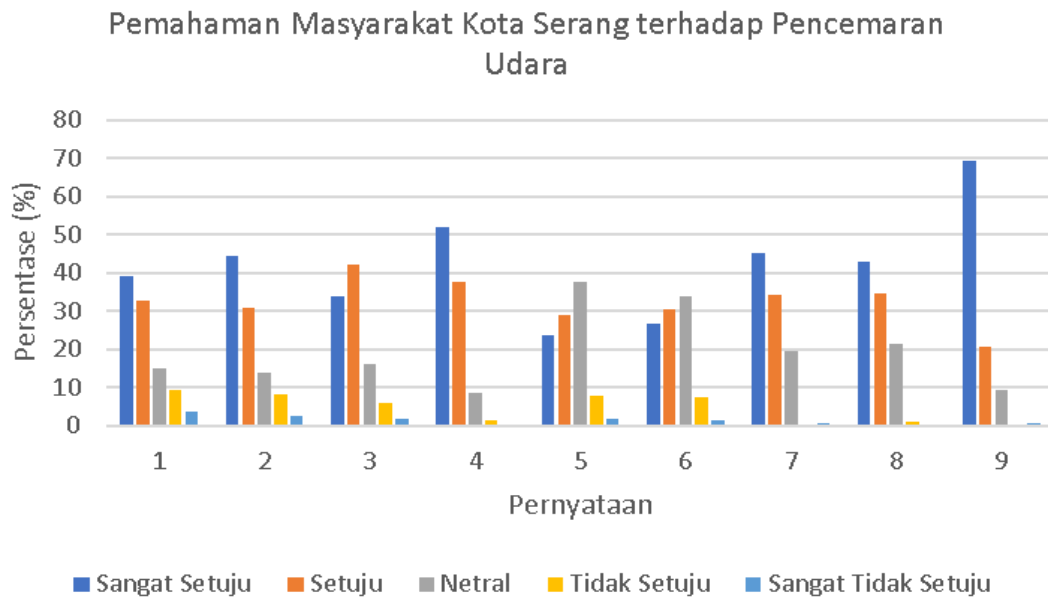
Penelitian ini dilaksanakan di Kota Serang, Provinsi Banten, selama empat hingga enam bulan. Kota Serang dipilih karena merupakan wilayah dengan pertumbuhan ekonomi dan kepadatan penduduk yang tinggi, serta menghadapi tantangan serius dalam pencemaran udara akibat industrialisasi dan kendaraan bermotor. Tahapan penelitian meliputi persiapan,

pengumpulan data, analisis, hingga penyusunan laporan akhir yang terintegrasi antara temuan kualitatif dan kuantitatif.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kota Serang merupakan ibu kota Provinsi Banten dengan luas wilayah 266,18 km² dan total penduduk sebanyak 723.794. Kota Serang terdiri dari 6 kecamatan, yaitu Kecamatan Serang, Kecamatan Kasemen, Kecamatan Walantaka, Kecamatan Curug, Kecamatan Cipocok Jaya, dan Kecamatan Taktakan (BPS Kota Serang, 2024). Kota ini menghadapi tantangan besar terkait pencemaran udara, dengan konsentrasi polutan PM₁₀ dan SO_x yang lebih tinggi dibandingkan dengan kota-kota besar lainnya seperti Surakarta, Yogyakarta, Semarang, Surabaya, dan Denpasar (Gunawan, 2018). Menurut data IQAir 2023, Indeks Kualitas Udara (AQI) di Kota Serang tercatat pada level 170, yang masuk dalam kategori tidak sehat. Polutan utama di Kota Serang adalah Particulate Matter (PM) 2.5, partikel udara yang berukuran lebih kecil dari atau sama dengan 2,5 mikron. Partikel PM₁₀, dengan diameter hingga 10µm, dapat masuk ke dalam saluran pernapasan, sementara PM_{2.5}, yang lebih halus, dapat mencapai jaringan dalam paru-paru dan menimbulkan gangguan kesehatan seperti ISPA, penyakit jantung, gangguan pertumbuhan, penurunan sistem kekebalan tubuh, bahkan kanker paru-paru dan kematian dini (Mukhtar dkk., 2013).

Pencemaran udara semakin memperburuk kualitas hidup masyarakat Kota Serang, terutama disebabkan oleh tingginya jumlah kendaraan bermotor, aktivitas pembakaran sampah, dan terbatasnya ruang terbuka hijau. Masyarakat pun merasakan dampak langsung, yang tercermin dalam persepsi mereka terhadap polusi udara, tingkat kenyamanan, serta langkah-langkah yang telah diambil untuk menghadapinya. Berdasarkan hasil penelitian, persepsi masyarakat terhadap polusi udara dapat dilihat melalui tingkat kesepakatan mereka terhadap sejumlah pernyataan yang diajukan, seperti yang terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pemahaman Masyarakat Kota Serang terhadap Pencemaran Udara.

Pada pernyataan pertama mengenai sering mencium bau tidak sedap yang berasal dari asap kendaraan atau pabrik di sekitar tempat tinggal, sebanyak 39,25% responden sangat setuju dan 32,75% responden setuju. Dengan demikian, 72,00% responden merasakan dampak langsung dari polusi udara yang dihasilkan oleh asap kendaraan dan industri di lingkungan tempat tinggal mereka. Hal ini menunjukkan bahwa bau polusi bukan lagi sesuatu yang bersifat sesekali, melainkan hadir secara rutin dalam kehidupan sehari-hari masyarakat.

Menurut Jatmikko (2018), pencemaran udara didefinisikan sebagai keberadaan satu atau lebih zat pencemar yang masuk ke atmosfer dalam bentuk debu, uap, gas, kabut, bau, asap, atau embun, yang ditandai dengan bentuk, jumlah, sifat, dan lamanya keberadaan zat tersebut di udara. Keberadaan bau yang terdeteksi oleh indera penciuman masyarakat dapat menjadi indikator kuat adanya zat pencemar yang bersifat persistens dan terakumulasi di udara sekitar. Hal ini mengindikasikan bahwa pencemaran udara telah menjadi masalah yang terus-menerus, bukan hanya sesekali.

Asap kendaraan bermotor umumnya mengandung karbon monoksida (CO), hidrokarbon (HC), nitrogen oksida (NO_x), dan partikel-partikel halus, sementara emisi dari industri berpotensi memperburuk kualitas udara dengan senyawa kimia seperti belerang oksida dan timbal (Pb). Zat-zat ini, selain mencemari udara, juga menimbulkan bau yang khas dan tidak sedap. Sebagaimana dijelaskan oleh Sastrawijaya (2009), keberadaan partikel dan senyawa kimia tersebut dapat merusak lingkungan melalui pencemaran udara yang berkelanjutan. Temuan tentang tingginya persentase masyarakat yang merasakan bau tidak sedap

menunjukkan bahwa masalah ini bukan hanya gangguan sensorik, melainkan merupakan sinyal adanya ancaman lingkungan dan kesehatan yang lebih luas.

Pada pernyataan kedua mengenai ketidaknyamanan akibat kotoran dan pencemaran udara di sekitar tempat tinggal saya, sebanyak 44,50% responden sangat setuju dan 30,75% setuju, yang berarti sekitar 75,25% responden secara tegas mengungkapkan ketidaknyamanannya terhadap kondisi lingkungan yang tercemar. Hal ini menunjukkan bahwa pencemaran udara dan kotoran lingkungan menjadi isu yang sangat signifikan dan berdampak langsung pada kualitas hidup masyarakat.

Dampak ketidaknyamanan ini dapat berupa gangguan kesehatan seperti masalah pernapasan, alergi, atau bahkan gangguan psikologis akibat stres atau kecemasan. Sejalan dengan temuan Putri dan Maharani (2020), polusi udara berkontribusi terhadap peningkatan gangguan psikologis seperti stres dan kecemasan, terutama pada masyarakat yang tinggal di daerah dengan pencemaran tinggi. Selain itu, ketidaknyamanan ini dapat berujung pada penurunan kualitas hidup masyarakat secara keseluruhan.

Ketidaknyamanan akibat pencemaran udara berpotensi memengaruhi kesejahteraan jangka panjang. Haya dkk. (2025) menjelaskan bahwa paparan polutan seperti PM2.5, karbon monoksida, dan nitrogen dioksida tidak hanya merusak sistem pernapasan dan jantung, tetapi juga berdampak pada kualitas tidur, gangguan mental, dan penurunan produktivitas kerja. Bahkan menurut Zundel dkk. (2022), polusi udara dapat meningkatkan risiko gangguan psikopatologi internal seperti gangguan kecemasan dan depresi. Penelitian menunjukkan adanya hubungan antara polusi udara dengan perubahan struktural dan fungsional otak, terutama di daerah otak yang terkait dengan risiko psikopatologi, seperti hippocampus, amigdala, dan korteks prefrontal.

Temuan ini menjadi peringatan bahwa dampak pencemaran udara tidak berhenti pada aspek medis, tetapi meluas hingga menurunkan kenyamanan dan kesejahteraan psikososial masyarakat. Oleh karena itu, pengendalian pencemaran tidak cukup dilakukan hanya dari sisi emisi saja. Diperlukan perbaikan kondisi lingkungan secara menyeluruh, mulai dari pengelolaan sampah, peningkatan kebersihan ruang publik, hingga pengembangan taman lingkungan dan ruang hijau sebagai tempat pelepas stres dan penyeimbang ekosistem mikro.

Pada pernyataan selanjutnya mengenai penurunan kualitas udara dibandingkan beberapa tahun sebelumnya, mayoritas responden menunjukkan sikap yang mengindikasikan kesadaran akan memburuknya kondisi udara di Kota Serang. Tercatat, 34,00% responden sangat setuju dan 42,25% setuju, sehingga total 76,25% responden menyatakan bahwa mereka merasa kualitas udara semakin menurun dari waktu ke waktu.

Tingginya tingkat persetujuan ini menunjukkan bahwa masyarakat dapat merasakan perubahan lingkungan secara nyata. Faktor-faktor seperti berkurangnya tutupan vegetasi, meningkatnya jumlah kendaraan bermotor, dan bertambahnya kawasan industri diduga menjadi penyebab utama dari persepsi penurunan kualitas udara ini. Gejala-gejala seperti udara yang lebih pengap, panas yang menyengat, serta polusi visual dari kabut asap tipis adalah indikator-indikator yang dikenali masyarakat secara langsung dalam kehidupan sehari-hari mereka.

Pencemaran udara merupakan permasalahan lingkungan serius yang terjadi ketika unsur-unsur berbahaya masuk ke atmosfer dan menyebabkan penurunan kualitas udara yang dihirup manusia (Rahmawati dkk., 2024). Di wilayah perkotaan, penurunan kualitas udara terutama disebabkan oleh emisi kendaraan bermotor yang terus meningkat dari waktu ke waktu. Menurut Susilawaty dan La Ane (2009), pertumbuhan jumlah kendaraan bermotor tanpa diimbangi dengan perluasan ruang terbuka hijau dan sistem lalu lintas yang tertata dengan baik semakin memperburuk kualitas udara, terutama pada jam-jam padat.

Penurunan kualitas udara yang dirasakan masyarakat ini juga berkaitan erat dengan penurunan kualitas hidup secara keseluruhan. Kusmaningrum dan Gunawan (2008) menyebutkan bahwa pencemaran udara di wilayah perkotaan dapat menurunkan kualitas udara yang dihirup oleh masyarakat dan berdampak langsung pada kenyamanan serta kesehatan pernapasan. Artinya, persepsi masyarakat terhadap kualitas udara bukan hanya sekadar opini, tetapi juga merupakan cerminan dari kondisi lingkungan yang semakin memburuk.

Pada pernyataan mengenai keyakinan bahwa udara yang tercemar dapat berdampak pada kesehatan, sebanyak 52,00% responden sangat setuju dan 37,50% setuju, sehingga total 89,50% responden meyakini bahwa pencemaran udara berpengaruh terhadap kesehatan mereka. Tingginya persentase ini menunjukkan bahwa masyarakat Kota Serang memiliki kesadaran yang kuat terhadap risiko kesehatan yang ditimbulkan oleh udara yang tercemar. Meskipun tidak semua responden memiliki latar belakang pendidikan kesehatan, pengalaman langsung seperti batuk berulang, sesak napas, atau munculnya iritasi pada saluran pernapasan tampaknya cukup untuk membentuk persepsi bahwa kualitas udara sangat berkaitan dengan kondisi fisik seseorang. Hal ini menandakan bahwa kesadaran masyarakat terbentuk bukan hanya karena informasi medis, tetapi juga berdasarkan pengalaman empiris yang mereka alami di lingkungan sekitar.

Kesadaran ini selaras dengan temuan Ertiana (2022), yang menyatakan bahwa polusi udara memiliki dampak kesehatan yang serius, baik secara akut maupun kronis, yang memengaruhi berbagai sistem tubuh manusia. Dampak yang ditimbulkan antara lain iritasi

saluran pernapasan atas (ISPA), yang dapat berkembang menjadi penyakit pernapasan kronis, penyakit jantung, kanker paru-paru, infeksi saluran pernapasan akut pada anak-anak, serta bronkitis kronis dan asma pada orang dewasa.

Kesadaran masyarakat terhadap dampak negatif polusi udara ini menjadi fondasi penting untuk mendorong sikap lebih waspada terhadap lingkungan udara yang mereka hirup setiap hari. Tingginya tingkat keyakinan masyarakat terhadap dampak kesehatan dari pencemaran udara merupakan modal sosial yang sangat berharga dalam upaya perbaikan kualitas lingkungan. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat tidak hanya menyadari keberadaan polusi, tetapi juga memahami konsekuensi riil yang ditimbulkan dari paparan udara yang tercemar.

Pada pernyataan kelima mengenai penggunaan masker saat berada di luar rumah, hasil menunjukkan bahwa 23,75% responden sangat setuju, 29,00% setuju, 37,50% responden memilih netral, 8,00% tidak setuju, dan 1,75% sangat tidak setuju. Data ini menunjukkan bahwa sekitar 52,75% responden melakukan perlindungan diri dengan menggunakan masker, sementara sisanya belum menunjukkan konsistensi dalam perilaku tersebut. Perilaku ini dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kenyamanan, ketersediaan masker, persepsi risiko, atau minimnya edukasi terkait efektivitas penggunaan masker dalam menyaring partikel pencemar.

Penggunaan masker atau respirator adalah langkah pencegahan primer dalam konteks alat pelindung diri (APD). Menurut Faisal dan Susanto (2017), pencemaran udara terdiri dari berbagai jenis zat berbahaya, sehingga masyarakat mungkin merasa kesulitan dalam memilih jenis masker yang paling tepat. Namun, masker yang dapat menyaring partikel halus seperti PM2.5 dianggap paling efektif dalam melindungi saluran pernapasan. Beberapa masker yang sering digunakan oleh masyarakat antara lain masker kain, masker bedah, dan masker N95, dengan tingkat perlindungan yang bervariasi terhadap polusi udara.

Penggunaan masker saat berada di luar ruangan, terutama ketika kualitas udara buruk, merupakan solusi praktis untuk mengurangi dampak polusi udara terhadap kesehatan. Penelitian Sari dan Muliani (2020) menunjukkan bahwa penggunaan masker dapat mengurangi risiko penyakit pernapasan akibat polusi udara di daerah perkotaan dengan kualitas udara yang buruk.

Dengan tingkat penggunaan masker yang belum sepenuhnya tinggi, diperlukan upaya lebih lanjut untuk mendorong masyarakat agar secara konsisten menerapkan kebiasaan protektif ini. Kampanye publik yang menekankan bahwa masker tidak hanya berguna untuk mencegah penyakit menular, tetapi juga untuk melindungi diri dari pencemaran udara, harus terus digalakkan. Hal ini sangat penting, terutama untuk melindungi kelompok rentan seperti

anak-anak, lansia, dan penderita gangguan pernapasan, yang lebih mudah terdampak oleh polutan udara.

Pada pernyataan keenam, yang berkaitan dengan kecenderungan untuk menghindari aktivitas di luar ruangan saat kualitas udara buruk, sebanyak 26,75% responden sangat setuju, 30,50% setuju, 33,75% responden bersikap netral, 7,50% tidak setuju, dan 1,50% sangat tidak setuju. Hal ini menunjukkan bahwa lebih dari separuh responden memiliki kesadaran akan pentingnya membatasi paparan langsung terhadap udara tercemar. Kesadaran ini sejalan dengan upaya untuk melindungi kesehatan dari dampak negatif polusi udara, seperti gangguan pernapasan, alergi, atau penyakit jantung.

Menghindari aktivitas di luar ruangan merupakan salah satu bentuk perlindungan diri terhadap paparan pencemaran udara. Aini dkk. (2021) menyatakan bahwa aktivitas fisik di luar ruangan dengan tingkat polusi tinggi berkaitan langsung dengan peningkatan kasus penyakit pernapasan di wilayah perkotaan.

Selain itu, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia juga telah mengimbau masyarakat untuk mengurangi aktivitas luar ruangan ketika indeks kualitas udara memburuk (Rahmawati dkk., 2024). Imbauan ini merupakan langkah preventif yang sangat penting untuk melindungi masyarakat, terutama kelompok rentan seperti anak-anak, lansia, dan penderita penyakit pernapasan, dari paparan langsung terhadap polutan.

Untuk itu, peningkatan kesadaran mengenai kualitas udara dan pentingnya membatasi aktivitas luar ruangan saat kondisi udara memburuk perlu terus digalakkan. Salah satu langkah preventif lainnya adalah penyediaan informasi harian mengenai indeks kualitas udara melalui media lokal atau platform digital, agar masyarakat dapat membuat keputusan yang tepat terkait aktivitas di luar rumah.

Pada pernyataan ketujuh tentang kebiasaan tidak membakar sampah di lingkungan sekitar, sebanyak 45% responden sangat setuju dan 34,25% setuju bahwa mereka tidak membakar sampah di lingkungan mereka, sehingga total 79,25% responden menunjukkan bahwa mereka telah meninggalkan praktik ini dalam kehidupan sehari-hari. Tingginya angka ini menunjukkan bahwa kesadaran masyarakat Kota Serang terhadap bahaya pembakaran sampah sudah cukup baik. Masyarakat mulai menyadari bahwa pembakaran sampah menghasilkan polutan berbahaya, seperti partikulat (PM_{2.5} dan PM₁₀), karbon monoksida, dioxin, dan furan, yang dapat membahayakan kesehatan dan mencemari udara. Angka persetujuan yang tinggi ini mencerminkan bahwa edukasi atau pengalaman langsung telah memberikan pemahaman yang cukup mengenai bahaya aktivitas ini.

Meskipun pembakaran sampah sering dianggap sebagai solusi cepat untuk mengurangi tumpukan sampah, karena dapat mengurangi volume sampah dalam waktu yang relatif singkat, metode ini membawa berbagai permasalahan lingkungan. Asap yang dihasilkan dari pembakaran sampah mengandung zat berbahaya seperti nitrogen oksida, karbon monoksida, dan partikel polusi yang mencemari udara. Selain mencemari udara, pembakaran sampah juga berisiko menyebabkan gangguan kesehatan, seperti iritasi pernapasan, gangguan sistem reproduksi, bahkan meningkatkan risiko kanker dan kematian (Faridawati dan Sudarti, 2021).

Faridawati dan Sudarti (2021) menekankan bahwa perilaku masyarakat terhadap sampah sangat dipengaruhi oleh persepsi mereka terhadap lingkungan. Perubahan persepsi masyarakat yang lebih positif dapat mendorong perubahan perilaku yang lebih peduli terhadap lingkungan, termasuk dalam pengelolaan sampah yang tidak merugikan kesehatan dan kualitas udara.

Meskipun sebagian besar masyarakat Kota Serang sudah beralih ke perilaku yang lebih ramah lingkungan dalam pengelolaan sampah rumah tangga, konsistensi dan pengawasan tetap diperlukan agar praktik tidak membakar sampah dapat menjadi kebiasaan yang berlangsung terus-menerus. Edukasi yang berkelanjutan, penyediaan fasilitas pemilahan dan pengangkutan sampah yang memadai, serta penguatan regulasi dan pengawasan merupakan langkah penting untuk menghapus praktik pembakaran sampah di lingkungan sekitar.

Berdasarkan pernyataan kedelapan mengenai kebiasaan menanam tanaman di halaman rumah, sebanyak 42,75% responden sangat setuju dan 34,50% setuju. Persentase yang cukup tinggi ini menunjukkan bahwa penghijauan pada skala rumah tangga telah menjadi perilaku umum di kalangan masyarakat Kota Serang, sebagai upaya untuk memperbaiki kualitas udara di lingkungan sekitar.

Mayoritas responden menyadari bahwa tanaman memiliki peran penting dalam menyerap polutan dan menghasilkan oksigen, sehingga secara langsung berkontribusi pada peningkatan kualitas udara di sekitar mereka. Hal ini menunjukkan bahwa masyarakat semakin mengakui pentingnya solusi berbasis alam (*nature-based solutions*) sebagai bagian dari pengendalian polusi udara.

Tanaman hias yang ditanam di rumah tidak hanya memberikan nilai estetika, tetapi juga berfungsi sebagai filter alami udara. Beberapa tanaman rumah, seperti lidah mertua, peace lily, dan monstera, diketahui efektif dalam menyerap polutan dan meningkatkan kualitas udara di dalam rumah. Penelitian oleh Han dkk. (2022) menunjukkan bahwa tanaman tertentu dapat menyerap berbagai polutan udara seperti formaldehida, benzena, dan xilena yang merupakan komponen utama dalam polusi udara. Dengan demikian, penanaman tanaman di

halaman rumah bukan hanya sekadar kegiatan hobi, melainkan kontribusi nyata individu dalam mengurangi dampak pencemaran udara terhadap kesehatan.

Pernyataan selanjutnya mengenai upaya mendukung kebijakan pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara menunjukkan bahwa 69,25% responden sangat setuju dan 20,75% setuju bahwa mereka mendukung kebijakan pemerintah dalam meningkatkan kualitas udara. Dengan demikian, 90% responden mendukung kebijakan pemerintah yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas udara. Hal ini mencerminkan bahwa sebagian besar masyarakat memahami dan mendukung upaya pemerintah dalam mengurangi polusi udara serta meningkatkan kualitas hidup. Masyarakat Kota Serang umumnya menyadari bahwa pencemaran udara berdampak serius terhadap kesehatan, sehingga mereka menaruh harapan pada peran aktif pemerintah dalam mengendalikan emisi dan menjaga lingkungan.

Rahmawati dkk. (2024) menyebutkan bahwa peran masyarakat dalam kebijakan pengendalian pencemaran udara sangat penting, baik sebagai penerima manfaat maupun sebagai aktor yang terlibat langsung dalam pelaksanaannya. Partisipasi aktif masyarakat, seperti tidak membakar sampah, mendukung program penghijauan, dan mematuhi aturan terkait emisi kendaraan, menjadi faktor kunci dalam keberhasilan program pemerintah. Selain itu, edukasi yang berkelanjutan juga diperlukan agar masyarakat memahami tujuan dan manfaat dari kebijakan tersebut, sehingga dapat mendukung implementasinya secara lebih efektif.

Dukungan masyarakat terhadap kebijakan ini mencerminkan kesadaran tinggi akan pentingnya kualitas udara bagi kesehatan dan kenyamanan hidup. Penurunan kualitas udara yang semakin dirasakan oleh masyarakat membuat kebijakan seperti pengurangan emisi kendaraan, peningkatan transportasi publik, dan penghijauan kota menjadi prioritas dalam mengatasi masalah pencemaran udara (Munandar dan Saefulloh, 2024; Zubaydah dkk., 2024). Dukungan ini juga menunjukkan bahwa masyarakat tidak hanya peduli terhadap kualitas udara, tetapi juga menyadari pentingnya peran serta pemerintah dalam menciptakan perubahan yang signifikan.

Berdasarkan hasil penelitian, jenjang pendidikan responden memberikan gambaran mengenai seberapa besar pemahaman masyarakat terhadap isu pencemaran udara (Tabel 1). Sebagian besar responden memiliki latar belakang pendidikan yang cukup tinggi, dengan 93,50% berpendidikan SMA dan Sarjana. Hal ini mencerminkan bahwa mayoritas masyarakat Kota Serang memiliki akses informasi yang baik dan pemahaman yang memadai mengenai pentingnya menjaga kualitas udara. Responden dengan pendidikan lebih tinggi umumnya lebih

sadar akan dampak jangka panjang polusi udara terhadap kesehatan dan lebih mendukung kebijakan pemerintah yang bertujuan untuk memperbaiki kualitas udara.

Menurut Robins dan Krech dalam Prasilika (2007), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan persepsi, antara lain: 1) *Frame of Reference*, yang merujuk pada kerangka pengetahuan seseorang yang dipengaruhi oleh pendidikan, bacaan, dan sumber informasi lainnya; 2) *Frame of Experience*, yang mengacu pada pengalaman yang telah dilalui individu, yang tidak terlepas dari kondisi lingkungan sekitarnya.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Tingkat Pendidikan Responden.

Namun, meskipun mayoritas responden berpendidikan menengah hingga tinggi, masih

No	Jenjang Pendidikan	Frekuensi	Persentase (%)
1	Pascasarjana	15	3,75%
2	Sarjana	126	31,50%
3	SMA	248	62,00%
4	SMP	7	1,75%
5	SD	3	0,75%
6	Tidak Sekolah	1	0,25%

ada kelompok masyarakat dengan pendidikan lebih rendah yang mungkin membutuhkan pendekatan yang berbeda dalam menyampaikan informasi terkait polusi udara. Hal ini menunjukkan perlunya kebijakan yang tidak hanya menasar masyarakat dengan tingkat pendidikan lebih tinggi, tetapi juga mencakup program edukasi untuk mereka yang memiliki pendidikan lebih rendah, guna memastikan kesadaran dan partisipasi aktif dalam pengelolaan polusi udara dapat lebih merata di seluruh lapisan masyarakat.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Kota Serang, pencemaran udara telah menjadi masalah lingkungan yang mendesak dengan dampak serius terhadap kesehatan masyarakat. Tingginya kesadaran masyarakat terhadap polusi udara memberikan harapan besar untuk menciptakan perubahan. Namun, agar dapat mencapai perbaikan nyata, diperlukan kebijakan yang lebih tegas dan implementasi yang lebih efektif dalam pengendalian polusi udara.

Sebagaimana diungkapkan oleh Saly dan Metriska (2023), kebijakan pemerintah Indonesia mengenai pengendalian pencemaran udara telah disusun melalui Undang-Undang No. 32 Tahun 2009. Undang-undang ini melibatkan berbagai instrumen, termasuk pendekatan multi-door system yang diharapkan dapat memperkuat koordinasi antar lembaga dalam penegakan hukum lingkungan. Pendekatan ini sangat relevan dengan kondisi di Kota Serang, di mana polusi udara disebabkan oleh faktor-faktor seperti kendaraan bermotor dan industri yang masih belum sepenuhnya terkontrol.

Untuk mengatasi masalah pencemaran udara di Kota Serang, langkah konkret yang dapat diambil adalah memperkuat kebijakan uji emisi serta memperketat larangan pembakaran sampah. Meskipun masyarakat Kota Serang sudah menunjukkan kesadaran yang baik terkait pentingnya pengelolaan sampah, pengawasan yang lebih intensif dan edukasi berkelanjutan tetap diperlukan agar kebiasaan ramah lingkungan ini dapat dipertahankan. Selain itu, penerapan insentif untuk kendaraan listrik dan pengawasan ketat terhadap pemeliharaan kendaraan akan berkontribusi dalam mengurangi emisi dari sektor transportasi, yang merupakan salah satu penyumbang utama polusi udara di kota.

Sebagai solusi jangka panjang, pengembangan ruang terbuka hijau yang lebih luas dan pemanfaatan teknologi ramah lingkungan dalam sektor industri dan transportasi sangat diperlukan untuk menciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat. Program penghijauan, seperti penanaman pohon di ruang publik dan penerapan teknologi bersih oleh industri, dapat berfungsi sebagai filter alami untuk polutan udara serta meningkatkan kualitas hidup masyarakat.

Dengan adanya dukungan luas dari masyarakat terhadap kebijakan pemerintah, sinergi antara kebijakan yang ada dan partisipasi aktif masyarakat akan menjadi kunci dalam mengatasi masalah pencemaran udara. Pemerintah perlu melanjutkan kebijakan yang telah terbukti efektif, sambil terus meningkatkan kesadaran dan partisipasi masyarakat dalam menjaga kualitas udara.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa masyarakat Kota Serang memiliki kesadaran tinggi terhadap dampak pencemaran udara terhadap kesehatan dan kualitas hidup mereka, dengan banyak yang merasakan dampak langsung seperti bau tidak sedap dan ketidaknyamanan. Masyarakat juga telah berkontribusi melalui perilaku ramah lingkungan seperti menanam tanaman, menghindari pembakaran sampah dan mendukung kebijakan pemerintah untuk pengendalian polusi udara. Meskipun demikian, diperlukan kebijakan yang lebih tegas dan implementasi yang efektif, seperti pengujian emisi yang ketat dan insentif untuk kendaraan ramah lingkungan, guna memperbaiki kualitas udara. Sinergi antara kebijakan pemerintah dan partisipasi masyarakat akan menjadi kunci untuk mencapai kota yang lebih sehat dan berkelanjutan, sejalan dengan Tujuan Pembangunan Berkelanjutan (SDGs).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Pamulang yang telah memberikan dukungan, baik berupa fasilitas maupun pembiayaan, dalam pelaksanaan penelitian ini. Dukungan tersebut sangat berarti dalam mewujudkan penelitian ini dan diharapkan dapat memberikan kontribusi yang bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR REFERENSI

- Badan Pusat Statistik Kota Serang. (2024). *Statistik demografi dan sosial*. Badan Pusat Statistik Kota Serang. <https://serangkota.bps.go.id/id/statistics-table?subject=539>
- Ertiana, E. D. (2022). Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat: Literatur review. *Jurnal Ilmiah Permas: Jurnal Ilmiah STIKES Kendal*, 12(2), 287–296. <https://journal2.stikeskendal.ac.id/index.php/PSKM/article/view/10>
- Faisal, H. D., & Susanto, A. D. (2017). Peran masker/respirator dalam pencegahan dampak kesehatan paru akibat polusi udara. *Jurnal Respirasi*, 3(1), 18–24. <https://doi.org/10.20473/jr.v3-i.1.2017.18-25>
- Faridawati, D., & Sudarti. (2021). Pengetahuan masyarakat tentang dampak pembakaran terhadap lingkungan Kabupaten Jember. *Jurnal Sanitasi Lingkungan*, 1(2), 50–55. <https://doi.org/10.36086/salink.v1i2.108>
- Gunawan, G. (2018). Polusi udara di ruas jalan perkotaan. *Jurnal Jalan Jembatan*, 24(1), 13. <https://binamarga.pu.go.id/jurnal/index.php/jurnaljalanjembatan/article/view/336>
- Han, Y., Lee, J., Haiping, G., Kim, K. H., Wanxi, P., Bhardwaj, N., Oh, J. M., & Brown, R. J. C. (2022). Plant-based remediation of air pollution: A review. *Journal of Environmental Management*, 301, 113860. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113860>
- Haya, F., Nisa, K., Ladipasa, R. F., Suriani, A., & Media, A. (2025). Dampak polusi udara terhadap kesehatan manusia. *WISSEN: Jurnal Ilmu Sosial dan Humaniora*, 3(2), 180–190. <https://doi.org/10.62383/wissen.v3i2.753>
- Jatmikko, T. W. (2019). *Gangguan pencemaran udara dan preferensi bermukim masyarakat Kecamatan Manyar di sekitar kawasan industri* (Skripsi). Universitas Brawijaya.
- Kusmaningrum, N., & Gunawan, G. (2008). Polusi udara akibat aktivitas kendaraan bermotor di jalan perkotaan Pulau Jawa dan Bali. *Jurnal Jalan Jembatan*, 25(3), 13. <https://binamarga.pu.go.id/jurnal/index.php/jurnaljalanjembatan/article/view/332>
- Mukhtar, R., Hamonangan, E., Wahyudi, H., Santoso, M., & Kurniawati, S. (2013). Komponen kimia PM_{2.5} dan PM₁₀ di udara ambien di Serpong - Tangerang. *Ecolab*, 7(1), 1–7. <https://doi.org/10.20886/jklh.2013.7.1.1-7>
- Munandar, T. A., & Saefulloh, F. (2024). Partisipasi masyarakat dalam penataan ruang terbuka hijau di Kota Serang. *Epistemik: Indonesian Journal of Social and Political Science*, 5(2), 55–62. <https://doi.org/10.57266/epistemik.v5i2.352>
- Prasilika, T. (2007). *Studi persepsi risiko keselamatan berkendara serta hubungannya dengan konsep locus of control pada mahasiswa FKM UI* (Skripsi). Program Sarjana FKM UI, Depok.

- Putri, S. R., & Maharani, S. E. (2020). Dampak buruk polusi udara bagi kesehatan dan cara meminimalkan risikonya. *Jurnal Ecocentrism*, 3(2), 47–58. <https://doi.org/10.36733/jeco.v3i2.7035>
- Rahmawati, V., Hayat, A. L., & Salam, A. (2024). Analisis dampak pencemaran udara terhadap kesehatan masyarakat di perkotaan. *SEMAR: Jurnal Sosial dan Pengabdian Masyarakat*, 2(3), 17–24. <https://doi.org/10.59966/semar.v2i3.885>
- Saly, J. N., & Metriska, C. (2023). Kebijakan pemerintah dalam pengendalian pencemaran udara di Indonesia berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009. *Jurnal Kewarganegaraan*, 7(2), 1642–1648. <https://doi.org/10.31316/jk.v7i2.5405>
- Sari, D. P., & Muliani, D. (2020). Paparan polusi udara dan kejadian kelahiran prematur di Jakarta. *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan*, 11(1), 77–85.
- Sastrawijaya, T. (2009). *Pencemaran lingkungan*. PT Rineka Cipta.
- Sulistiani, E., & Kanda, A. S. (2024). Fenomena pencemaran lingkungan: Dampak pencemaran udara terhadap kesehatan. *Jurnal Manajemen dan Bisnis Ekonomi*, 2(2), 301–305. <https://doi.org/10.54066/jmbe-itb.v2i2.1599>
- Susilawaty, A., & La Ane, R. (2009). Analisis kualitas udara ambient Kota Makassar. *Jurnal Kesehatan*, 2(4).
- Zubaydah, A., Sabilah, A. Z., Sari, D. P., & Hidayah, F. N. A. (2024). Mengurangi emisi: Mendorong transisi ke energi bersih untuk mengatasi polusi udara. *Biochephy: Journal of Science Education*, 4(1), 11–21.
- Zundel, C. G., Ryan, P., Brokamp, C., Heeter, A., Huang, Y., Strawn, J. R., & Marusak, H. A. (2022). Air pollution, depressive and anxiety disorders, and brain effects: A systematic review. *Neurotoxicology*, 93, 272–300. <https://doi.org/10.1016/j.neuro.2022.10.011>