

Keperluan Kawalan Pencemaran Udara di Malaysia: Kesan Pembakaran Terbuka, Pelepasan Industri, Pengangkutan, Pertanian, dan Asap Rokok

*Air Pollution Control Requirements in Malaysia:
Effects of Open Burning, Industrial Emissions, Transportation,
Agriculture, and Cigarette Smoke*

**Ku Nor Ayuni Ku Puteh, Nur Batrisyia Nordin, Mohammad Amir Hakimi Syamsul Amri &
Nurul Hidayana Mohd Noor***

Faculty of Administrative Science & Policy Studies,
Universiti Teknologi MARA (UiTM), 70300 Seremban, Negeri Sembilan, Malaysia

*emel: hidayana@uitm.edu.my

Published: 01 April 2024

To cite this article (APA): Ku Puteh, K. N. A., Nordin, N. B., Syamsul Amri, M. A. H., & Mohd Noor, N. H. (2024). Keperluan Kawalan Pencemaran Udara di Malaysia: Kesan Pembakaran Terbuka, Pelepasan Industri, Pengangkutan, Pertanian, dan Asap Rokok. *Perspektif Jurnal Sains Sosial Dan Kemanusiaan*, 16(1), 19–31. <https://doi.org/10.37134/perspektif.vol16.1.3.2024>

To link to this article: <https://doi.org/10.37134/perspektif.vol16.1.3.2024>

Abstrak

Dunia kini menghadapi pelbagai cabaran alam sekitar. Tanah yang sihat, bekalan makanan bersih dan segar, dan air dan udara bersih hanyalah sebahagian daripada keperluan asas yang membolehkan manusia hidup. Namun dengan populasi yang semakin meningkat dan permintaan manusia terhadap sumber berharga bumi, pencemaran udara telah menjadi masalah berterusan di banyak negara di rantau Asia Tenggara, dan Malaysia adalah antara yang paling teruk terjejas. Oleh itu, memahami kesedaran tentang punca pencemaran udara adalah penting untuk memaklumkan pendekatan paling efektif kepada kerajaan untuk menangani masalah ini. Kajian ini membentangkan tinjauan keratan rentas yang dijalankan di Lembah Klang (iaitu Selangor dan Kuala Lumpur) untuk mengkaji persepsi dan pendapat penduduk Malaysia terhadap punca pencemaran udara iaitu pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok. Hasil kajian mendapati bahawa pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok merupakan punca kepada pencemaran udara. Daripada 207 responden, secara keseluruhannya, majoriti responden sedar bahawa pembakaran terbuka merupakan punca utama pencemaran. Implikasi menunjukkan keperluan untuk tindakan untuk menyebarkan kesedaran tentang pencemaran udara kepada keseluruhan penduduk, terutamanya berkaitan dengan risiko kesihatannya, serta strategi untuk meningkatkan persepsi kawalan tingkah laku, terutamanya berkaitan pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok.

Kata kunci pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, asap rokok, pencemaran udara, kawalan

Abstract

The world is currently facing various environmental challenges. Healthy soil, a clean and fresh food supply, and clean water and air are just some of the necessities that allow humans to live. But with the growing population and human demand on the Earth's precious resources, air pollution has become an ongoing problem in many countries in the Southeast Asian region, and Malaysia is among the worst affected. Therefore, understanding the awareness of the causes of air pollution is important to inform the most effective approach to the government to deal with this problem. This study presents a cross-sectional survey conducted in the Klang Valley (i.e., Selangor and Kuala Lumpur) to examine the perceptions and opinions of the Malaysian population on the causes of air pollution, namely open burning, industrial emissions, transportation, agriculture, and cigarette smoke. The results of the study found that open burning, industrial emissions, transportation, agriculture, and cigarette smoke are

the causes of air pollution. Out of 207 respondents, many respondents are aware that open burning is the main cause of pollution. Implications show there is a need for action to spread awareness of air pollution to the entire population, especially in relation to its health risks, as well as strategies to increase the perception of behavioural control, especially in relation to open burning, industrial emissions, transport, agriculture, and cigarette smoke.

Keywords *open burning, industrial emissions, transportation, agriculture, cigarette smoke, air pollution, control*

PENGENALAN

Manusia dan alam sekitar tidak dapat dipisahkan. Sejak kebelakangan ini, kesan pembalikan yang dialami melalui pencemaran boleh menjadi satu wabak jika negara tidak menambahbaik komitmen terhadap kelestarian alam sekitar (Duong & Pensini, 2023). Tidak dinafikan, pencemaran kini merupakan ancaman paling ketara terhadap kesihatan manusia, ekonomi, dan keseluruhan ekosistem (Baiardi, 2020; Landrigan et al., 2018). Pencemaran udara bertanggungjawab untuk 15 peratus daripada semua kematian global pada tahun 2017 dan menyumbang 275 juta orang kurang upaya pada tahun 2019 (Global Alliance on Health & Pollution, GAHP, 2019). Pada tahun 2019, Malaysia berada di kedudukan ke-50 dalam kalangan semua negara di dunia, dengan penarafan PM2.5 sebanyak 19.36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, meletakkan purata tahunannya ke dalam julat tercemar 'sederhana' (Rahman et al., 2022). PM2.5 merujuk kepada zarah halus 2.5 mikrometer atau kurang, dengan kesan yang sangat memudaratkan kepada mereka yang menghirupnya dalam jangka masa yang lama (Rahman et al., 2022). Penambahbaikan perlu dilakukan dalam menghadapi punca dan halangan ke arah udara yang lebih bersih (Sofia et al., 2020; Xian et al., 2024).

Pencemaran udara boleh dikelaskan kepada dua bahagian iaitu pencemaran udara yang tidak kelihatan dan boleh dilihat (Wang et al., 2019). Pencemaran udara yang boleh dilihat adalah seperti asap. Bahan pencemar udara yang tidak kelihatan kurang ketara, tetapi ia berbahaya adalah seperti sulfur dioksida, karbon monoksida, dan nitrogen oksida (Feng et al., 2024; Li et al., 2023). Sumber pencemaran termasuk penjaan kuasa, kenderaan, pertanian, industri, dan sistem pemanasan bangunan (Almetwally et al., 2020). Di negara berpendapatan rendah dan sederhana, kebanyakannya membakar bahan api seperti najis, arang batu, dan kayu dalam dapur yang tidak cekap atau perapian terbuka menghasilkan pelbagai bahan pencemar yang merosakkan kesihatan. Sulfur dioksida yang dipancarkan daripada pembakaran bahan api fosil seperti arang batu dan petroleum untuk tenaga dalam loji janakuasa, dan bahan bakar kilang adalah salah satu punca utama pencemaran udara (Li et al., 2023).

Seterusnya, kenderaan yang berjalan di jalan raya dikuasakan oleh enjin petrol dan diesel yang membakar petroleum untuk melepaskan tenaga (Almetwally et al., 2020). Karbon monoksida yang disebabkan oleh pembakaran yang tidak betul atau tidak lengkap dan biasanya dikeluarkan daripada kenderaan adalah satu lagi bahan pencemar utama (Ukaogo et al., 2020). Ammonia adalah hasil sampingan daripada aktiviti berkaitan pertanian dan merupakan salah satu gas yang paling berbahaya di atmosfera. Penggunaan racun serangga dan baja dalam aktiviti pertanian telah berkembang dengan pesat (Almetwally et al., 2020). Ia mengeluarkan bahan kimia berbahaya ke udara dan juga boleh menyebabkan pencemaran air (Ukaogo et al., 2020). Petani juga membakar ladang dan tanaman lama untuk memastikan mereka bersih untuk pusingan penyemaian seterusnya. Selain itu, produk pembersihan rumah, bekalan lukisan mengeluarkan bahan kimia toksik, dan asap rokok dan vape juga menyebabkan pencemaran udara (Zhou, 2019).

Beberapa kajian memberikan bukti bahawa pencemaran udara secara serius merosakkan mental dan kesihatan fizikal. Tahap kualiti udara yang rendah boleh membawa kepada penyakit berjangkit, gangguan yang mengancam sistem organ, dan kemusnahan kesihatan psikologi (Sivarethinamohan et al., 2021). Pencemaran udara juga dikaitkan dengan penyakit Parkinson, Alzheimer, dan gangguan sistem saraf pusat dan perkembangan saraf (Genc et al., 2012). Karbon monoksida adalah salah satu bahan pencemar udara yang paling penting kerana ia terus membunuh seberapa ramai orang melalui keracunan tidak sengaja (Ukaogo et al., 2020). Ia amat berbahaya kerana ia tidak mempunyai warna, bau, atau rasa. Tindakan toksiknya ialah melalui anjakan oksigen dalam hemoglobin darah untuk

membentuk *carboxyhaemoglobin*, dengan itu menghilangkan oksigen dari tisu badan. Gejala awal pendedahannya termasuk keletihan, mengantuk, sakit kepala, sakit dada, dan sakit perut. Selain itu, pencemaran udara membawa kepada risiko kemurungan dan bunuh diri (Marazziti et al., 2021) dan mengurangkan kebahagiaan dan kepuasan hidup (Petrowski et al., 2021). Beberapa kajian mengesahkan kesan negatif pencemaran udara terhadap kognitif prestasi. Sebagai contoh, Zhang et al. (2018) menunjukkan bahawa prestasi kognitif dalam konteks lisan dan markah ujian matematik untuk kumpulan umur 10 dan ke atas menurun dengan pendedahan jangka panjang kepada pencemaran udara. Hujah-hujah ini menunjukkan bahawa pencemaran udara boleh membawa kesan yang sangat berbahaya.

Pencemaran di Malaysia dikawal melalui pelbagai dasar dan undang-undang alam sekitar seperti Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974, dengan perundangan subsidiari seperti Standard Kualiti Udara Ambien 2013, Peraturan Kualiti Alam Sekitar (Udara Bersih) 2014, dan seumpamanya. Pendekatan kawal selia ini bertindak untuk mengurangkan dan menyelia bahan pencemar yang dipancarkan daripada sektor yang berbeza. Di sebalik rangka kerja kawal selia ini, Malaysia masih mengalami pencemaran udara. Oleh itu, pakar dan penyelidik lepas menyatakan bahawa kejayaan usaha dan dasar kerajaan yang direka untuk menyelesaikan isu alam sekitar hanya boleh dicapai dengan sokongan rakyat terhadap perlindungan alam sekitar (Chien et al., 2021). Kajian yang dijalankan di Malaysia mengenai pencemaran udara telah tertumpu terutamanya pada aspek pencemaran alam sekitar dan atmosfera, terutamanya dengan tumpuan kepada mengukur tahap dan sifat bahan pencemar, dan bukannya aspek sosial pencemaran. Kajian tentang persepsi dan sikap orang ramai terhadap pencemaran udara jarang berlaku di Malaysia.

Justeru, kajian ini cuba meneroka topik ini dengan memahami persepsi orang ramai terhadap pencemaran udara semasa dan kesedaran mereka mengenai punca pencemaran udara. Rasional kajian ini dijalankan ialah pelaksanaan mana-mana program atau perundangan tidak akan berjaya tanpa kesedaran orang ramai dan sokongan untuk perlindungan alam sekitar. Ringkasnya, hanya rakyat yang mengetahui keadaan dan berdedikasi sepenuhnya terhadap hak mereka untuk mendapatkan persekitaran yang berkualiti boleh memandu amalan perlindungan alam sekitar. Pandangan lebih terperinci yang diperoleh daripada kajian ini boleh membantu merangka dan mereka bentuk pilihan dasar yang paling sesuai. Kajian ini membentangkan tinjauan keratan rentas yang dijalankan di Lembah Klang (iaitu, Selangor dan Kuala Lumpur) untuk mengkaji persepsi dan pendapat penduduk Malaysia terhadap punca pencemaran udara iaitu pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok. Kajian ini menggambarkan gambaran terperinci tentang bagaimana tanggapan orang ramai terhadap punca-punca pencemaran udara di Malaysia. Terdapat sedikit kajian kuantitatif yang mengkaji persepsi rakyat terhadap sumber pencemaran udara. Beberapa kajian yang diterbitkan telah mengenal pasti faktor sosio-demografi yang mempengaruhi persepsi rakyat terhadap kualiti udara, dan didapati bahawa wanita, penduduk bandar, mereka yang mempunyai tahap pendidikan yang lebih tinggi, dan mereka yang mempunyai masalah kesihatan lebih cenderung untuk menyedari implikasi dan isu kualiti udara. Selain itu, kebanyakan kajian pencemaran udara alam sekitar adalah kajian berasaskan saintifik dengan pemerhatian langsung, dan pendekatan dan kaedah eksperimen. Terdapat sedikit perhatian yang diberikan kepada pengetahuan tentang sumber pencemar kepada kemerosotan kualiti udara. Hasil tinjauan boleh digunakan oleh penggubal dasar untuk membandingkan kajian tinjauan dengan data yang diperoleh daripada analisis saintifik.

SOROTON LITERATUR

Hipotesis Gaia menegaskan bahawa organisma di planet ini berinteraksi dengan persekitaran bukan organik di sekelilingnya untuk membentuk sistem yang sinergi dan mengekalkan iklim dan keadaan biokimia kehidupan di bumi. Selama berbilion tahun, suhu permukaan bumi telah ditentukan terutamanya oleh haba sinaran yang datang dari matahari. Tenaga ini meningkat dari semasa ke semasa kerana sifat bintang seperti matahari untuk meningkatkan pengeluaran haba. Suhu di bumi kekal agak stabil kerana hutan, lautan, dan unsur-unsur lain dalam sistem pengawalseliaan bumi, yang

megekalkan suhu permukaan optimum untuk kehidupan. Hipotesis Gaia menekankan hubungan simbiotik manusia dengan planet. Organisma organik dan bahan bukan organik membangunkan sistem kawal selia sendiri yang megekalkan semua kehidupan (Clarke, 2020). Namun, manusia memberi kesan kepada persekitaran fizikal dalam pelbagai cara iaitu melalui lebih penduduk, pencemaran, pembakaran bahan api fosil, dan penebangan hutan. Perubahan seperti ini telah mencetuskan perubahan iklim, hakisan tanah, kualiti udara yang buruk, dan air yang tidak boleh diminum. Kesan negatif ini juga menyebabkan berlakunya pencemaran udara.

Udara merupakan campuran gas yang terdapat pada permukaan bumi. Udara merupakan komponen kehidupan yang sangat penting untuk kelangsungan hidup manusia dan makhluk lain seperti tumbuhan dan haiwan. Pencemaran udara bermaksud terdapatnya satu atau lebih pencemar yang masuk ke dalam ruang atmosfera yang terbuka. Pencemaran udara, atau jerebu, ialah campuran pelbagai bahan pencemar yang berasal daripada sumber antropogenik dan semula jadi, terdiri daripada bahan zarah (PM), contohnya sulfur oksida, karbon monoksida, ozon, sebatian organik, mikrob, dan lain-lain (Li & Wang, 2024; Li et al., 2023). PM utama dalam alam sekitar ialah PM yang lebih kecil daripada 10 µm diameter (PM10) dan PM lebih kecil daripada 2.5 µm diameter (PM2.5) (Hicken et al., 2023). Selain itu, kebanyakan pencemaran adalah merentasi sempadan iaitu pencemaran udara yang berasal dari sesuatu kawasan atau sebahagian daripada negara lain yang menimbulkan kesan ke kawasan atau negara lain.

Kualiti udara di Malaysia dilaporkan sebagai Indeks Pencemaran Udara (IPU). Setiap warna yang terdapat pada bacaan IPU yang ditunjukkan menandakan klasifikasi tahap pencemaran pada sesuatu kawasan tersebut. Skala warna hijau membayangkan keadaan udara yang memuaskan yang bermaksud, semua aktiviti di luar adalah baik. Skala warna kuning menunjukkan bahawa kualiti udara di Malaysia masih boleh diterima dan tidak mendatangkan sebarang kesan buruk kepada kesihatan seseorang. Seterusnya, skala warna jingga membayangkan bahawa kualiti udara semakin teruk, dan bahan pencemar boleh menjejaskan kumpulan tertentu. Oleh itu, mereka yang berada dalam keadaan berisiko tinggi hendaklah mengurangkan sebarang aktiviti di luar. Manakala skala warna merah membayangkan bahawa udara boleh menjejaskan dan memburukkan keadaan kesihatan seseorang (Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2024). Semua orang harus berada di dalam rumah, terutamanya mereka yang mempunyai keadaan kesihatan yang lemah. Akhir sekali warna coklat gelap/merah membayangkan bahawa pencemaran udara adalah terlalu tinggi dan berisiko untuk orang ramai berada di luar. Jika IPU melebihi 500, keadaan kecemasan diisytiharkan di kawasan pelaporan. Biasanya, ini bermakna perkhidmatan kerajaan yang tidak penting digantung, dan semua pelabuhan di kawasan yang terjejas ditutup (Leong et al., 2020).

Faktor-Faktor Pencemaran Udara

Awan besar jerebu dan pembakaran terbuka di bandar dan kawasan luar bandar di Malaysia boleh datang daripada pelbagai sumber dan punca yang paling jelas ialah kebakaran hutan dan ladang dari Indonesia, terutamanya Sumatera. Walaupun ini adalah cara yang cepat dan berkesan untuk membersihkan tanah untuk pertanian serta mengembalikan nutrien ke dalam tanah, ia juga mempunyai kesan yang sangat buruk dan menyebabkan sejumlah besar asap masuk ke Malaysia (San et al., 2023). Gejala awan asap menyebabkan penglihatan berkurangan di bandar-bandar utama seperti Kuala Lumpur, penutupan sekolah, serta gangguan perjalanan. Jerebu Asia Tenggara 2015 berpunca daripada pembakaran haram secara besar-besaran di Indonesia dan mengakibatkan lebih sebulan jerebu berlaku di Malaysia, Singapura, dan beberapa bahagian Thailand Jerebu ini dianggap antara yang terburuk dalam sejarah (San et al., 2023).

Di bawah Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974, terdapat peruntukan untuk pembakaran terbuka di bawah Seksyen yang berkaitan iaitu: 1) Seksyen 29A – Larangan terhadap pembakaran terbuka, 2) Seksyen 29AA – Pengecualian daripada “pembakaran terbuka”, 3) Seksyen 29B – Pemilik atau penghuni premis yang bertanggungjawab untuk pembakaran terbuka, dan 4) Seksyen 29C – Pertahanan. Pembakaran terbuka seperti yang ditakrifkan di bawah Seksyen 29A (3), Akta Kualiti Alam Sekeliling 1974 ialah apa-apa kebakaran, pembakaran atau letupan yang berlaku di udara yang terbuka (Jabatan

Alam Sekitar Malaysia, 2022). Di bawah peruntukan Seksyen 29A (1) dan 29A (2), ia memperuntukkan larangan pembakaran terbuka dan tiada sesiapa pun boleh membenarkan atau menyebabkan pembakaran terbuka di mana-mana premis (termasuk mana-mana tanah). Sesiapa yang didapati melakukan pembakaran terbuka, mereka boleh didenda tidak melebihi RM 500,000 atau dipenjarakan tidak melebihi 5 tahun atau kedua-duanya sekali (Jabatan Alam Sekitar Malaysia, 2022).

Pembakaran terbuka ialah pembakaran bahan yang tidak diingini di udara terbuka di mana asap toksik dilepaskan ke atmosfera secara langsung boleh menjejaskan alam sekitar (Almetwally et al., 2020). Selalunya, amalan sedemikian dilakukan di luar rumah di mana bahan buangan isi rumah dibakar sebagai cara pelupusan sisa. Kekurangan cerobong atau timbunan menyebabkan atmosfera terdedah kepada lebih banyak pencemaran udara daripada pembakaran terbuka (Ukaogo et al., 2020). Bahan seperti plastik mempunyai beberapa bahan kimia toksik yang bukan sahaja mendatangkan bahaya kepada alam sekitar tetapi juga menjadi keimbangan kesihatan (Rotjanabumrung et al., 2023; Velis 2021). Pembakaran terbuka mungkin merupakan sebahagian daripada upacara dalam budaya tertentu. Unggun api yang dibuat untuk memasak iaitu pembakaran berskala kecil juga boleh ditambah ke senarai pembakaran terbuka. Kajian mendapati kurangnya pendidikan yang betul mengenai kemerosotan alam sekitar dan bahaya kesihatan yang ditimbulkan oleh pembakaran terbuka akan membawa kepada punca pembakaran terbuka (Rotjanabumrung et al., 2023).

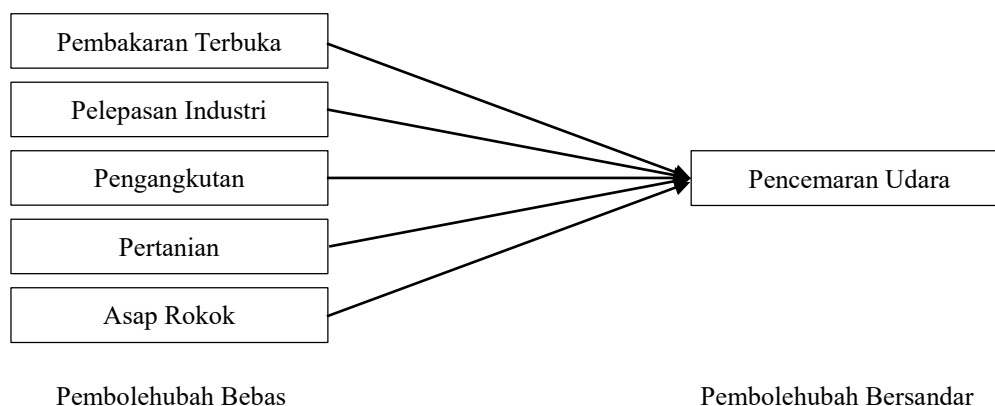
Pembebasan asap yang tidak terkawal ke atmosfera mencemarkan udara dan menyebabkan kemusnahan lapisan ozon (Almetwally et al., 2020). Asap toksik yang dikeluarkan oleh proses itu turut menjejaskan hidupan tumbuhan dan haiwan dan akhirnya mengurangkan bilangannya. Selain itu, asap yang dikeluarkan daripada pembakaran terbuka mempunyai bau yang menjengkelkan yang mencemarkan udara pernafasan (Li & Wang, 2024). Pembakaran biojisim membawa kepada pembebasan asap toksik hitam dan tebal dengan kebanyakannya terdiri daripada karbon. Pengeluaran jelaga berskala besar membawa kepada penyerapan cahaya matahari dan mengurangkan sifat reflektif alam sekitar. Ia mengakibatkan cahaya matahari berkurangan dipantulkan kembali ke angkasa, dikenali sebagai kesan Albedo, yang menyumbang kepada pemanasan global (Ukaogo et al., 2020). Dengan membakar sampah, merkuri boleh dilepaskan dan meresap ke dalam tanah, udara, dan air (Li et al., 2023). Ia meneutralkan medium tanah yang berguna untuk pengeluaran tanaman dan menghalang kelaziman beberapa nutrien utama dalam tanah untuk kegunaan tumbuhan. Juga, ia membunuh ikan, sekali gus menjejaskan ekosistem hidupan marin.

Bermula pada abad ke-18 dan ke-19, Revolusi Perindustrian membawa perubahan drastik dalam kehidupan sosial dan ekonomi manusia. Faedah revolusi dirasakan sehingga hari ini, tetapi begitu juga kesan buruknya. Pengenalan perindustrian membawa pencemaran industri (Feng et al., 2024; Ukaogo et al., 2020). Semasa revolusi, teknologi, pembuatan, dan sains mula meningkat dengan pesat, dan terus berkembang sehingga hari ini. Sebelum revolusi perindustrian, pencemaran berlaku dalam skala kecil. Sehingga syarikat bertukar menjadi loji dan industri besar barulah kesan pencemaran yang berbahaya diketahui. Banyak pencemaran udara dan air telah berlaku daripada syarikat yang mengabaikan peraturan atau amalan standard (Panunzi et al., 2023). Banyak industri telah mengabaikan atau memintas sepenuhnya undang-undang pencemaran kerana dasar itu tidak dikuatkuasakan dengan secukupnya. Banyak industri masih menggunakan teknologi lama dan lapuk kerana mengemas kini teknologi adalah mahal (Feng et al., 2023). Teknologi lama cenderung menghasilkan sejumlah besar sisa. Pencemaran industri mempunyai banyak kesan buruk terhadap kesihatan manusia dan boleh menjadi punca kematian. Proses perindustrian mengeluarkan sejumlah besar sebatian organik karbon monoksida, hidrokarbon, dan bahan kimia ke udara (Li et al., 2023). Kawasan pengeluaran perindustrian dan tapak pembinaan boleh membebaskan sejumlah besar kotoran yang dikisar halus ke jalan raya dan ke udara, kadangkala mengandungi logam berat dan zarah kecil yang mempunyai kesan kepada kesihatan (Feng et al., 2023). Apabila tapak pembinaan tidak diselenggara dengan baik, habuk dan zarah halus yang dihasilkan sebagai hasil sampingan boleh pergi ke jalan berhampiran. Ini seterusnya boleh bergabung dengan asap ekzos, selalunya digabungkan dengan bahan seperti karbon hitam iaitu komponen utama jelaga dan berbahaya kepada kesihatan manusia dan atmosfera (Panunzi et al., 2023).

Mobiliti bandar dengan pantas menjadi salah satu cabaran terbesar yang dihadapi oleh negara maju dan membangun (Almetwally et al., 2020). Permintaan keseluruhan untuk pengangkutan telah berkembang dengan pesat, dan ia diramalkan meningkat dua kali ganda secara kasar antara 2005 dan 2050. Namun, penambahbaikan teknologi seperti kenderaan jimat bahan api dan sumber kuasa alternatif belum berkembang dengan pesat untuk mengatasi akibat pertumbuhan ini. Untuk mengurangkan jumlah trafik dan pelepasan, peraturan dan piawaian, teknologi dan konsep mesra alam untuk pengangkutan awam, dan bandar hijau perlu dilaksanakan (Xu & Qin, 2023). Di Malaysia, kereta persendirian, motosikal, kenderaan ringan, dan berat merupakan penyumbang utama kepada kemerosotan kualiti udara terutamanya di kawasan bandar. Kenderaan bermotor secara langsung berkaitan dengan proses pembakaran bahan api yang tidak lengkap (Brusselsaers et al., 2023; Ukaogo et al., 2020). Penggunaan bahan api dari sektor pengangkutan di Malaysia menunjukkan trend tahunan yang meningkat. Pembakaran bahan api fosil daripada petrol, minyak bahan api, dan gas asli dalam enjin pembakaran kenderaan bermotor membebaskan bahan pencemar udara, seperti karbon monoksida, sulfur dioksida, oksida nitrogen oksida, dan zarah (PM) (Li et al., 2023). Selain itu, aktiviti pengangkutan daripada kenderaan persendirian mengeluarkan kira-kira 20% gas rumah hijau (Alshehry & Belloumi, 2017).

Operasi perladangan juga mengurangkan kualiti udara dalam pelbagai cara dan juga menyumbang kepada kesan gas rumah hijau (Almetwally et al., 2020). Setiap operasi dan pengurusan ladang memainkan beberapa peranan dalam mengawal pelepasan, dan setiap ladang mempunyai bahan pencemar yang berbeza (Dong & Wang, 2023). Habuk tanaman dan penggunaan racun perosak secara meluas boleh memberi kesan kepada persekitaran tempatan (Bell & Marshall, 2023). Hidrogen sulfida adalah gas baja yang berbahaya. Pada kepekatan rendah, ia mengeluarkan bau seperti telur busuk. Pada kepekatan yang lebih tinggi, gas ini boleh membawa maut. Kepekatan hidrogen sulfida boleh menyebabkan sakit kepala, loya, kerengsaan mata, dan pening. Manakala, gabungan ammonia daripada sisa haiwan dan penggunaan baja dengan bahan pencemar boleh menghasilkan aerosol yang berpotensi untuk merosakkan kesihatan manusia (Bell & Marshall, 2023). Kajian telah mendapati bahawa ladang adalah sumber utama zarah halus yang membentuk aerosol yang kemudiannya boleh membawa kepada penyakit jantung atau paru-paru (Dong & Wang, 2023).

Merokok secara amnya memudaratkannya. Banyak kajian menunjukkan peningkatan ketara dalam kualiti udara apabila merokok dilarang (Zhou, 2019). Sebagai contoh, apabila New York melaksanakan undang-undang bebas asap rokok dan tahap zarah halus di 20 lokasi yang dikaji menurun sebanyak 84% dan banyak lokasi lain di seluruh dunia menunjukkan hasil yang serupa (Jiang et al., 2021). Merokok dan vape adalah dilarang di semua taman New York kecuali jalur median, Kawasan pantai dan laluan pejalan kaki, padang golf awam, perkarangan stadium sukan, plaza pejalan kaki seperti di *Times Square* dan *Herald Square*, taman-taman, dan merokok terus dilarang di taman permainan, kolam renang, dan di dalam stadium. Asap tembakau mengandungi zarah halus yang berasal daripada pembakaran biojisim atau arang batu yang tidak mencukupi. Ia mempunyai karsinogen dan menyebabkan penyakit (Chaffee, 2019). Asap tembakau memberikan kesan berbahaya pada populasi yang terdedah, termasuk induksi sejumlah besar mutasi dalam genom, penyambungan alternatif mRNA, keabnormalan dalam epigenomik, permulaan keradangan kronik yang menggalakkan tumor, dan pelepasan imun sel yang diubah (Zhou, 2019). Menurut Persatuan Paru-Paru Amerika, rokok mengandungi kira-kira 600 bahan. Apabila terbakar, ia menghasilkan lebih daripada 7,000 bahan kimia, kebanyakannya adalah toksik. Sekurang-kurangnya 69 daripadanya adalah karsinogenik, atau diketahui menyebabkan kanser (Persatuan Paru-Paru Amerika, 2023). Putung rokok juga meresapkan bahan kimia seperti nikotin, arsenik, logam berat, dan lain-lain seperti etilfenol ke dalam persekitaran (Zhou, 2019). Selain kesan langsung kepada haiwan yang termakan puntung rokok, bahan kimia yang dilepaskan ke alam sekitar secara tidak langsung boleh merosakkan haiwan (Chaffee, 2019). Asap rokok merupakan penyumbang utama kepada pencemaran persekitaran dalaman di mana kualiti persekitaran dalaman menyumbang kepada kesejahteraan manusia, kerana kebanyakan orang menghabiskan sekitar 90% masa mereka di dalam rumah, terutamanya di rumah atau di tempat kerja (Tran et al., 2020). Rangka kerja yang dicadangkan ditunjukkan dalam Rajah 1.



Rajah 1 Model Kajian

METODOLOGI

Penyelidikan ini menggunakan kaedah tinjauan soal selidik. Dalam penyelidikan ini, kajian dijalankan dalam kalangan warganegara Malaysia. Mengikut statistik yang dikeluarkan oleh Jabatan Perangkaan Malaysia, jumlah penduduk di negeri Selangor adalah sejumlah 7,110,323 dan jumlah penduduk di Kuala Lumpur adalah sejumlah 1,968,879 (Jabatan Perangkaan Malaysia, 2024). Jumlah penduduk bagi kedua-dua kawasan adalah sejumlah 9,079,202 orang. Menurut Comrey dan Lee (1992), saiz sampel yang lemah ialah 50, manakala saiz sampel yang baik ialah 300, dan saiz sampel yang sangat baik ialah 500. Oleh itu, sejumlah 250 responden telah dipilih sebagai sampel bagi kajian ini. Pensampelan kemudahan digunakan dalam kajian ini kerana soalan tinjauan diedarkan kepada warganegara Malaysia yang menetap di Lembah Klang iaitu meliputi kawasan Selangor dan Kuala Lumpur. Sampel juga berumur 18 tahun ke atas dan sudah menetap di Selangor atau Kuala Lumpur melebihi satu tahun. Kawasan Selangor dan Kuala Lumpur dipilih kerana ia merupakan kawasan perindustrian yang terkenal di Malaysia dan menjadi tumpuan pembangunan. Semua pemboleh ubah diukur berdasarkan item yang dibangunkan dalam kajian Udin et al. (2021). Semua dimensi bagi setiap pemboleh ubah diukur menggunakan Skala Likert. Ia terdiri daripada skala lima mata yang digunakan untuk membolehkan seseorang individu menyatakan sejauh mana mereka bersetuju atau tidak bersetuju dengan pernyataan tertentu. Item kajian yang digunakan adalah seperti berikut:

Pembakaran Terbuka

1. Pembakaran terbuka ialah pembakaran bahan yang tidak diingini, di mana asap toksik dilepaskan ke atmosfera secara langsung dan menjejaskan alam sekitar.
2. Pembakaran terbuka juga merupakan sebahagian daripada upacara dalam budaya tertentu di Malaysia dan sukar dihentikan.
3. Api unggun yang dibuat untuk memasak juga sebahagian daripada pembakaran terbuka.
4. Kurangnya pendidikan yang betul mengenai kemerosotan alam sekitar dan bahaya kesihatan menyebabkan pembakaran terbuka terus terjadi.

Pelepasan Industri

1. Proses perindustrian mengeluarkan sejumlah besar sebatian organik karbon monoksida, hidrokarbon, dan bahan kimia ke udara.
2. Terdapat banyak industri dan kilang di Malaysia, dan kebanyakannya mencemarkan udara setiap hari.
3. Mengemas kini teknologi adalah mahal, dan terdapat banyak syarikat dan kilang yang bergantung pada teknologi lapuk untuk meneruskan operasi perniagaan mereka.
4. Pertumbuhan perindustrian yang tidak terancang telah mengabaikan kelestarian alam sekitar.

Pengangkutan

1. Peningkatan jumlah kenderaan bermotor yang mengeluarkan bahan pencemar menyumbang dengan ketara kepada pencemaran udara.
2. Apabila kenderaan membakar petrol yang diperbuat daripada bahan api fosil, ia membebaskan bahan pencemar dalam bentuk nitrogen dioksida, karbon dioksida, hidrokarbon, sulfur oksida, dan bahan zarah terus ke udara.
3. Bahan pencemar yang disebabkan oleh jenis pelepasan ini telah dikaitkan dengan kesan negatif terhadap kesihatan manusia serta perubahan iklim dan isu alam sekitar.
4. Teknologi kenderaan dan bahan api yang bersih mampu mengurangkan pencemaran udara.

Pertanian

1. Amalan pertanian moden telah menyebabkan proses pencemaran udara.
2. Pengeluaran tanaman industri boleh menjejaskan kualiti udara di ladang dan kepada komuniti sekitar.
3. Sisa haiwan daripada semua ternakan mengandungi hidrogen sulfida yang berbau dan berpotensi berbahaya.
4. Disebabkan oleh peraturan yang terhad, pencemaran dari ladang boleh menjejaskan kesihatan.

Asap Rokok

1. Asap tembakau mengandungi zarah halus yang berasal daripada pembakaran biojisim atau arang batu yang tidak mencukupi, dan menyebabkan penyakit.
2. Asap tembakau adalah penyumbang utama pencemaran udara dalam tempat yang tertutup.
3. Pencemaran asap rokok amat berbahaya kepada kanak-kanak kecil atau orang dewasa.
4. Kanak-kanak kecil yang terdedah kepada sisa asap tembakau boleh menderita jangkitan bronchitis dan serangan asma.
5. Bagi orang dewasa, asap rokok meningkatkan penyakit kardiovaskular dan paru-paru, asma, bronkitis kronik, dan strok.

Pencemaran udara

1. Udara bandar-bandar terutamanya di dunia termasuklah Malaysia, telah mengalami masalah alam sekitar yang serius.
2. Pencemaran udara yang disebabkan oleh kemasukan zarah debu, gas, dan asap ke atmosfera melebihi tahap kualiti udara.
3. Dalam era ekonomi perindustrian sekarang, pencemaran udara merupakan produk yang tidak dapat dielakkan dan ia tidak dapat disingkirkan sepenuhnya.
4. Sama seperti pencemaran air dan tanah, pencemaran udara telah menjadi punca kepada banyak penyakit and ia semakin meningkat dari semasa ke semasa.

Saiz sampel untuk kajian rintis ditentukan berdasarkan garis panduan 10% daripada saiz sampel sebenar (Lackey & Wingate, 1998). Setelah kajian rintis selesai, penyelidik perlu meneliti kebolehpercayaan dan kenormalan data dan meneliti semula soalan tinjauan untuk memastikan tinjauan itu sah dan boleh dipercayai. Kajian ini mengkaji kebolehpercayaan konstruk dengan melihat pekali Cronbach Alfa untuk menunjukkan sejauh mana konstruk dalam set berkorelasi positif antara satu sama lain. Secara amnya, kebolehpercayaan yang kurang daripada 0.60 adalah lemah, yang dalam julat 0.70 boleh diterima, dan yang melebihi 0.80 adalah baik (Sekaran & Bougie, 2013). Seterusnya, andaian normaliti adalah wajib bagi teknik statistik inferens. Bagi kajian ini, pengkaji menentukan kenormalan data berdasarkan nilai *skewness* dan *kurtosis*. Nilai *skewness* harus berada dalam julat -2.0 hingga +2.0 untuk menunjukkan taburan normal. Sementara itu, nilai *kurtosis* sepatutnya berada dalam julat -7.0 hingga +7.0 untuk menunjukkan taburan normal (Kline, 2005) Untuk analisis utama, min dan sisihan piawai dibentangkan menggunakan statistik deskriptif. Seterusnya, analisis korelasi digunakan

untuk menerangkan kekuatan dan arah hubungan linear antara pemboleh ubah bebas dan bersandar. Akhir sekali, analisis regresi berbilang digunakan untuk meramalkan nilai pemboleh ubah berdasarkan dua atau lebih pemboleh ubah lain.

DAPATAN KAJIAN

Daripada 250 responden, kajian berjaya mengutip sejumlah 207 responden. Dalam kajian ini dan kebanyakan responden adalah perempuan iaitu sebanyak 136 (65.7%) responden dan 71 (34.3%) responden adalah lelaki. Dalam kajian ini juga, kebanyakan responden berumur kurang daripada 20 tahun iaitu sejumlah 190 (91.8%). Selain itu, data menunjukkan bahawa majoriti responden mempunyai tahap pendidikan Sarjana Muda (n= 144,69.6%), diikuti oleh 31 orang responden mempunyai Sijil Pelajaran Malaysia (SPM) (n=31, 15%), 12 orang responden adalah lepasan Ijazah Sarjana (n=12, 5.8%), dan diikuti sekolah menengah (n=10, 4.8%), Sijil Pelajaran Tinggi Malaysia (STPM) (n=7,3.4%), asasi (n=2, 1%), dan sekolah rendah (n=1, 0.5%). Dari segi lokasi, sejumlah 145 responden (70%) tinggal di Selangor dan sejumlah 62 responden (30%) tinggal di Kuala Lumpur. Seterusnya, bagi kawasan kediaman, majoriti responden tinggal di kawasan bandar (n=85, 41.1%), diikuti oleh separa bandar iaitu sejumlah 79 orang responden (38.2%), dan akhir sekali kawasan luar bandar (n=43, 20.8%). Berdasarkan Jadual 1, nilai Cronbach Alfa untuk Pembakaran Terbuka (0.642), Pelepasan Industri (0.896), Pengangkutan (0.612), Pertanian (0.659), Asap Rokok (0.902), dan Pencemaran Udara (0.709) melebihi 0.60. Oleh itu, instrumen ini dianggap sebagai berjaya dan boleh dipercayai (Sekaran & Bougie, 2013). Analisis deskriptif dilakukan untuk mengkaji purata dan sisihan piawai setiap pembolehubah. Kebanyakan nilai min melebihi titik tengah iaitu di antara 3.759 hingga 4.224 (rujuk Jadual 1). Keputusan ini menunjukkan tindak balas positif terhadap pembolehubah kajian. Kajian ini juga mencapai andaian normaliti berdasarkan keputusan ujian normaliti (Kline, 2005).

Jadual 1 Keputusan Normaliti dan Kebolehpercayaan

Pembolehubah	Purata	Sisihan Piawai	Skewness	Kurtosis	Cronbach Alfa
Pembakaran Terbuka	4.038	0.614	-1.342	4.514	0.642
Pelepasan Industri	4.224	0.674	-1.268	4.105	0.896
Pengangkutan	3.989	0.59	-1.373	6.057	0.612
Pertanian	3.759	0.655	-0.616	2.038	0.659
Asap Rokok	4.319	0.719	-1.455	3.61	0.902
Pencemaran Udara	4.207	0.571	-1.669	6.387	0.709

Jadual 2 Keputusan Korelasi Pearson

Pembolehubah	Pencemaran Udara	
Pembakaran Terbuka	Korelasi Pearson	0.647**
	Sig. (1-tailed)	0.000
	N	207
Pelepasan Industri	Korelasi Pearson	0.631**
	Sig. (1-tailed)	0.000
	N	207
Pengangkutan	Korelasi Pearson	0.625**
	Sig. (1-tailed)	0.000
	N	207
Pertanian	Korelasi Pearson	0.461**
	Sig. (1-tailed)	0.000
	N	207
Asap Rokok	Korelasi Pearson	0.608**
	Sig. (1-tailed)	0.000
	N	207

Jadual 2 menunjukkan keputusan ujian Korelasi Pearson. Dapatan kajian menunjukkan hubungan yang signifikan dan positif antara Pembakaran Terbuka ($r=0.647, p=0.000$), Pelepasan Industri ($r=0.631, p=0.000$), Pengangkutan ($r=0.625, p=0.000$), Pertanian ($r=0.461, p=0.000$), Asap Rokok ($r=0.608, p=0.000$), dan pencemaran udara.

Melalui Jadual 3, 57.8 peratus daripada pembolehubah bersandar (pencemaran udara) boleh dijelaskan oleh lima pembolehubah bebas (iaitu, pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok) dalam kajian ini. Jadual menunjukkan bahawa pembolehubah bebas secara statistik meramalkan pembolehubah bersandar secara signifikan, $F(4, 95) = 55.035, p < 0.05$ (iaitu, model regresi adalah sesuai dengan data). Pekali tidak piawai menunjukkan berapa banyak pembolehubah bersandar berubah dengan pembolehubah bebas apabila semua pembolehubah tidak bersandar yang lain dipegang tetap. Susunan kekuatan antara pembolehubah bebas yang menyumbang kepada pembolehubah bersandar, pencemaran udara ialah Pembakaran Terbuka ($\beta=0.284, p=0.000$), Pengangkutan ($\beta=0.242, p=0.000$), Asap Rokok ($\beta=0.234, p=0.000$), dan Pelepasan Industri ($\beta=0.211, p=0.000$).

Data kajian tidak boleh menunjukkan kemunculan multikolineariti. Ini berlaku apabila dua atau lebih pembolehubah bebas yang sangat berkorelasi antara satu sama lain. Oleh itu, dalam panduan regresi berganda, mengesan multikolineariti melalui pemeriksaan pekali korelasi dan nilai Toleransi/VIF boleh dijalankan. Secara amnya, apabila VIF lebih tinggi daripada 10 atau toleransi lebih rendah daripada 0.1, terdapat multikolineariti ketara yang perlu diperbetulkan. Berdasarkan keputusan yang diperolehi, maka data tidak mempunyai masalah multikolineariti (rujuk Jadual 3).

Jadual 3 Keputusan Regresi

Pembolehubah	Beta (β)	Sig. (p)	Tolerance	VIF
Pembakaran Terbuka	0.284	0.000	0.522	1.914
Pelepasan Industri	0.211	0.002	0.471	2.125
Pengangkutan	0.242	0.000	0.481	2.080
Pertanian	-0.609	0.263	0.554	1.805
Asap Rokok	0.234	0.000	0.524	1.910
R^2	0.578			
Adjusted R^2	0.567			
F Change	55.035			
Sig.	0.000			

PERBINCANGAN

Kajian ini membentangkan tinjauan keratan rentas yang dijalankan di Lembah Klang untuk mengkaji persepsi penduduk Malaysia terhadap punca pencemaran udara. Dapatan kajian menunjukkan hubungan yang signifikan dan positif antara pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, asap rokok, dan pencemaran udara. Dapatan kajian turut disokong oleh kajian lepas seperti Almetwally et al. (2020), Chaffee (2019), Feng et al. (2023), Xu dan Qin (2023), dan Zhou (2019). Susunan kekuatan antara pembolehubah bebas yang menyumbang kepada pencemaran udara ialah pembakaran terbuka, pengangkutan, asap rokok, dan pelepasan industri. Dapatan ini juga disokong daripada kajian lepas seperti San et al. (2023), Rotjanabumrung et al. (2023), dan Velis (2021). Kebanyakan Negara Asia Tenggara, kecuali Singapura, adalah negara berasaskan ekonomi pertanian. Agroindustri juga memainkan peranan penting dalam sektor perindustrian negara. Sebahagian besar daripada populasi adalah petani berpendapatan rendah dimana mereka menanam pelbagai tanaman di seluruh negara. Selepas penuaian tanaman, membakar sisa tanaman penuaian adalah amalan tradisional yang biasa di kalangan petani untuk menghapuskan sisa tanaman dan membersihkan tanah untuk penanaman tanaman baru berikutnya. Disebabkan itu, kebanyakan responden berpendapat bahawa pembakaran terbuka merupakan faktor paling utama yang membawa kepada pencemaran udara. Sekatan pembakaran terbuka perlu sebagai langkah untuk memerangi kejadian jerebu dan untuk mempertingkatkan kualiti udara di seluruh pelosok Malaysia. Walaupun adalah mustahil untuk

menghapuskan sepenuhnya pencemaran udara, kita perlu sentiasa mencari cara untuk mengurangkan kesannya.

Kajian ini telah menggambarkan gambaran terperinci tentang persepsi orang ramai terhadap punca-punca pencemaran udara di Malaysia. Kajian ini memberikan implikasi yang positif terhadap kajian alam sekitar kerana kebanyakan kajian lepas di dominasi oleh kajian bersifat saintifik, pemerhatian langsung, dan eksperimen. Persepsi selalunya merupakan bukti yang paling ketara tentang sesuatu fakta—apabila kita melihat sesuatu, kita mentafsirnya, dan menganggapnya sebagai objektif dan nyata. Hubungan yang diandaikan antara persepsi dan realiti fizikal adalah sangat kuat. Oleh itu, dapatan kajian ini dapat dijadikan sebagai panduan bagi penyelidik masa hadapan untuk memperkembangkan model kajian. Dapatan kajian juga telah menyokong Hipotesis Gaia dengan memberikan bukti bahawa aktiviti manusia telah diakui memberikan kesan terhadap kualiti udara. Ketidakeimbangan ini akan menjejaskan kitaran ekosistem.

Secara implikasinya, kajian mencadangkan agar meminimumkan, menghapuskan, atau mengelakkan pencemaran dari sumbernya. Contohnya, menggunakan bahan mentah atau bahan api yang kurang toksik, menggunakan proses perindustrian yang kurang mencemarkan, dan meningkatkan kecekapan proses (Sofia et al., 2020). Mengawal pelepasan yang berkaitan dengan pengangkutan boleh dijalankan termasuk pemasangan kawalan pelepasan pada kereta, serta penggunaan bahan api yang lebih mesra alam (Chien et al., 2021). Sememangnya, beralih kepada tenaga bersih tidak mungkin dilakukan setakat ini. Tetapi pengeluar boleh memilih untuk menggunakan teknologi untuk menghapuskan pencemaran di sumbernya sebelum ia sampai ke atmosfera Bumi (Sofia et al., 2020). Ini boleh membantu untuk menghapuskan bahan pencemar udara yang berbahaya dan mengurangkan kesan alam sekitar. Seterusnya, kerajaan perlu komited dalam mengurangkan pembakaran sisa tanaman pertanian, pembakaran sisa perbandaran, dan hutan, pengurusan baja ternakan, penggunaan baja nitrogen yang cekap, dan mengurangkan kebocoran dan pelepasan tidak sengaja daripada kilang (Baiardi, 2020). Pembangunan pengangkutan bandar yang sensitif terhadap alam sekitar perlu dijelaskan dalam bengkel untuk sekolah, industri, media, universiti, dan orang awam. Di samping itu, komunikasi alam sekitar dan kempen maklumat intensif dapat meningkatkan kesedaran rakyat Malaysia tentang kepentingan alam sekitar (Baiardi, 2020). Aktiviti di peringkat antarabangsa termasuk promosi udara bersih untuk bandar Asia dan pemindahan teknologi sektor swasta perlu dipergiatkan (Sofia et al., 2020).

PENUTUP

Malaysia merupakan sebuah negara perindustrian baharu, sedang membangun dengan pantas dimana ia terpaksa berhadapan dengan peningkatan pencemaran udara. Dalam hal ini, pembangunan Malaysia untuk menjadi sebuah negara perindustrian yang moden perlu diuruskan secara mampan. Ia memerlukan dasar alam sekitar yang komprehensif moden, termasuk kawalan pencemaran udara. Kajian ini telah membentangkan tinjauan keratan rentas untuk mengkaji persepsi dan pendapat penduduk Malaysia terhadap punca pencemaran udara iaitu pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok. Hasil kajian mendapati bahawa pembakaran terbuka, pelepasan industri, pengangkutan, pertanian, dan asap rokok merupakan punca kepada pencemaran udara. Secara keseluruhannya, majoriti responden sedar bahawa pembakaran terbuka merupakan punca utama pencemaran. Kajian ini signifikan kerana kekurangan kajian untuk mengkaji aspek sosial manusia dalam menilai pencemaran udara kerana kebanyakan kajian mengguna pakai teknik eksperimen dalam menilai pencemaran udara. Walaupun bagaimanapun, tinjauan ini masih mempunyai beberapa batasan. Sebagai contoh, pengkategorian sampel tinjauan memerlukan penghalusan lanjut. Dalam kajian ini, peserta hanya daripada kawasan Lembah Klang, dan sampel tidak mungkin mewakili sosio-ekonomi keseluruhan populasi, kerana majoriti responden adalah golongan belia. Justeru, aplikasi dapatan kajian ini kepada kumpulan lain di Malaysia harus dilakukan dengan berhati-hati, dan penyelidikan lanjut di seluruh negara diperlukan untuk lebih memahami perkara ini konteks yang lebih luas. Kajian lanjut juga perlu mempertimbangkan penggunaan item atau komponen baru, dibangunkan khusus untuk dan diuji dalam konteks Malaysia. Misalnya, pengaruh tahap pengetahuan atau taraf pendidikan, jantina, bangsa, dan sebagainya.

PENGHARGAAN

Jutaan terima kasih kepada semua peserta yang terlibat dalam projek ini. Pengarang mengisytiharkan tiada potensi konflik kepentingan berkenaan dengan penyelidikan atau penerbitan artikel ini.

RUJUKAN

- Almetwally, A. A., Bin-Jumah, M., & Allam, A. A. (2020). Ambient air pollution and its influence on human health and welfare: an overview. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 24815-24830.
- Alshehry, A. S., & Belloumi, M. (2017). Study of the environmental Kuznets curve for transport carbon dioxide emissions in Saudi Arabia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 1339-1347.
- Baiardi, D. (2020). Do sustainable energy policies matter for reducing air pollution? *Energy Policy*, 140, 111364.
- Bell, J. N. B., & Marshall, F. M. (2023). *Field studies on impacts of air pollution on agricultural crops. In Environmental pollution and plant responses* (pp. 99-110). Routledge.
- Brusselsaers, N., Macharis, C., & Mommens, K. (2023). The health impact of freight transport-related air pollution on vulnerable population groups. *Environmental Pollution*, 329, 121555.
- Chaffee, B. W. (2019). Electronic cigarettes: Trends, health effects and advising patients amid uncertainty. *Journal of the California Dental Association*, 47(2), 85-92.
- Chien, F., Sadiq, M., Nawaz, M. A., Hussain, M. S., Tran, T. D., & Le Thanh, T. (2021). A step toward reducing air pollution in top Asian economies: The role of green energy, eco-innovation, and environmental taxes. *Journal of environmental management*, 297, 113420.
- Clarke, B. (2020). *Gaian systems: Lynn Margulis, neocybernetics, and the end of the Anthropocene* (Vol. 60). University of Minnesota Press.
- Comrey, A. L., & Lee, H. B. (1992). *A first course in factor analysis* (2nd Ed.). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Dong, D., & Wang, J. (2023). Air pollution as a substantial threat to the improvement of agricultural total factor productivity: Global evidence. *Environment International*, 173, 107842.
- Duong, M., & Pensini, P. (2023). The role of connectedness in sustainable behavior: A parallel mediation model examining the prosocial foundations of pro-environmental behavior. *Personality and Individual Differences*, 209, 112216.
- Feng, T., Chen, X., Ma, J., Sun, Y., Du, H., Yao, Y., ... & Mi, Z. (2023). Air pollution control or economic development? Empirical evidence from enterprises with production restrictions. *Journal of Environmental Management*, 336, 117611.
- Feng, T., Sun, Y., Shi, Y., Ma, J., Feng, C., & Chen, Z. (2024). Air pollution control policies and impacts: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 191, 114071.
- Global Alliance on Health and Pollution (GAHP) (2019). *Pollution and Health Metrics*. New York: Global Alliance on Health and Pollution.
- Hicken, M. T., Payne-Sturges, D., & McCoy, E. (2023). Evaluating race in air pollution and health research: Race, PM2.5 air pollution exposure, and mortality as a case study. *Current Environmental Health Reports*, 10(1), 1-11.
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2022). *Pembakaran terbuka*. Retrieved from <https://www.doe.gov.my/pengurusan-udara/pemantauan-pembakaran-terbuka/>
- Jabatan Alam Sekitar Malaysia (2024). *Indeks pencemar udara: Kesan kepada Kesihatan*. Retrieved from https://www.doe.gov.my/wp-content/uploads/2021/09/API_Calculation.pdf
- Jabatan Perangkaan Malaysia (2024). *Population clock by state*. Retrieved from <https://v1.dosm.gov.my/v1/index.php?r=columnnew/populationclock>
- Jiang, N., Gill, E., Thorpe, L. E., Rogers, E. S., de Leon, C., Anastasiou, E., ... & Shelley, D. (2021). Implementing the federal smoke-free public housing policy in New York City: Understanding challenges and opportunities for improving policy impact. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(23), 12565.
- Kline, R. B. (2005). *Principles and practice of structural equation modeling* (2nd Ed.). Guilford Press.
- Lackey, N. R., & Wingate, A. L. (1998). The pilot study: One key to research success. In P. J. Brink & M. J. Wood (Eds.), *Advanced Design in Nursing Research* (2nd Ed.) (pp. 375-384). SAGE Publications, Inc.
- Landrigan, P. J., Fuller, R., Acosta, N. J., Adeyi, O., Arnold, R., Baldé, A. B., ... & Zhong, M. (2018). The Lancet Commission on pollution and health. *The Lancet*, 391(10119), 462-512.
- Leong, W. C., Kelani, R. O., & Ahmad, Z. (2020). Prediction of air pollution index (API) using support vector machine (SVM). *Journal of Environmental Chemical Engineering*, 8(3), 103208.
- Li, G., Hu, R., Hao, Y., Yang, T., Li, L., Luo, Z., Xie, L., Zhao, N., Liu, C., Sun, C., & Shen, G. (2023). CO2 and air pollutant emissions from bio-coal briquettes. *Environmental Technology & Innovation*, 29, 102975.

- Li, W., & Wang, W. (2024). Causal effects of exposure to ambient air pollution on cancer risk: Insights from genetic evidence. *Science of the Total Environment*, 912, 168843.
- Panunzi, S., Marchetti, P., Stafoggia, M., Badaloni, C., Caranci, N., de Hoogh, K., Rossi, P. G., Guarda, L., Locatelli, F., Ottone, M., Silocchi, C., Ricci, P. & Marcon, A. (2023). Residential exposure to air pollution and adverse respiratory and allergic outcomes in children and adolescents living in a chipboard industrial area of Northern Italy. *Science of the Total Environment*, 864, 161070.
- Persatuan Paru-Paru Amerika (2023). *What's in a cigarette?* Retrieved from <https://www.lung.org/quit-smoking/smoking-facts/whats-in-a-cigarette>
- Rahman, E. A., Hamzah, F. M., Latif, M. T., & Dominick, D. (2022). Assessment of PM2.5 Patterns in Malaysia Using the Clustering Method. *Aerosol and Air Quality Research*, 22(1), 210161.
- Rotjanabumrung, M., Phosri, A., Sihabut, T., & Neamhom, T. (2023). Short-term effects of biomass open burning related air pollution on outpatient department visits for cardiovascular and respiratory diseases in Thailand. *Stochastic Environmental Research and Risk Assessment*, 1-11.
- San, L. H., Holben, B. N., Makama, E. K., & Zahari, M. F. I. B. (2023). Characteristics of transboundary haze and general aerosol over Pulau Pinang, Malaysia. In *Vegetation Fires and Pollution in Asia* (pp. 359-383). Cham: Springer International Publishing.
- Sekaran, U., & Bougie, R. (2013). *Research Methods for Business*. West Sussex: John Wiley & Sons.
- Sofia, D., Gioiella, F., Lotrecchiano, N., & Giuliano, A. (2020). Mitigation strategies for reducing air pollution. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(16), 19226-19235.
- Tran, V. V., Park, D., & Lee, Y. C. (2020). Indoor air pollution related human diseases, and recent trends in the control and improvement of indoor air quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2927.
- Udin, Q. A., Kasim, A., & Rassa, H. (2021). Factors that contribute to air pollution in Malaysia. *Malaysian Journal of Business and Economics (MJBE)*, 8(2), 43-58.
- Ukaogo, P. O., Ewuzie, U., & Onwuka, C. V. (2020). Environmental pollution: Causes, effects, and the remedies. In *Microorganisms for sustainable environment and health* (pp. 419-429). Elsevier.
- Velis, C. A., & Cook, E. (2021). Mismanagement of plastic waste through open burning with emphasis on the global south: A systematic review of risks to occupational and public health. *Environmental Science & Technology*, 55(11), 7186-7207.
- Wang, X. C., Klemesš, J. J., Dong, X., Fan, W., Xu, Z., Wang, Y., & Varbanov, P. S. (2019). Air pollution terrain nexus: A review considering energy generation and consumption. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 105, 71-85.
- Xian, B., Xu, Y., Chen, W., Wang, Y., & Qiu, L. (2024). Co-benefits of policies to reduce air pollution and carbon emissions in China. *Environmental Impact Assessment Review*, 104, 107301.
- Xu, M., & Qin, Z. (2023). How does vehicle emission control policy affect air pollution emissions? Evidence from Hainan Province, China. *Science of the Total Environment*, 866, 161244.
- Zhou, G. (2019). Tobacco, air pollution, environmental carcinogenesis, and thoughts on conquering strategies of lung cancer. *Cancer Biology & Medicine*, 16(4), 700.