

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Polusi udara menjadi salah satu isu dunia terbesar bagi seluruh negara saat ini. Hal ini terjadi karena selain menjadi salah satu penyebab utama pemanasan global, polusi udara juga berdampak pada peningkatan angka morbiditas dan mortalitas dimasyarakat. Interaksi manusia dengan lingkungan fisik menyebabkan peningkatan polutan udara, hal ini berbanding lurus dengan pertumbuhan jumlah penduduk dunia yang terus bertambah (Wibowo, 2022). Peningkatan aktivitas industri, transportasi, dan penggunaan energi fosil telah menyebabkan emisi gas beracun dan partikel ke udara, yang berdampak buruk bagi kualitas udara yang dihirup setiap hari. Polusi udara tidak hanya mempengaruhi lingkungan, tetapi juga memiliki dampak serius terhadap kesehatan manusia (Maharani dan Aryanta, 2023).

Paparan jangka panjang terhadap polusi udara ini telah terbukti berkaitan dengan sejumlah masalah kesehatan yang serius. Beberapa dampak buruknya meliputi; gangguan pernapasan (ISPA), penyakit kardiovaskular, gangguan perkembangan janin, penyakit kronis: penurunan fungsi paru-paru (Maharani dan Aryanta, 2023). Menurut (PP Nomor 22 Tahun 2021) zat pencemar udara yang berada pada udara ambien dan telah ditetapkan kadarnya yakni Sulfur Dioksida (SO₂), Karbon Monoksida (CO), Nitrogen Dioksida (NO₂), Ozon (O₃), NMHC, partikulat debu (PM₁₀ dan PM_{2.5}), dan Timbal (PB). Salah satu pencemar udara yang dapat membahayakan kesehatan manusia secara langsung yakni polutan partikulat.

Terdapat beberapa literatur yang menunjukkan dampak kesehatan negatif dari partikulat. Untuk beberapa waktu, telah diketahui bahwa paparan PM_{2.5} meningkatkan risiko kematian dari lima kondisi: penyakit jantung iskemik, infeksi saluran pernapasan bawah, penyakit paru obstruktif

kronis, stroke, dan kanker paru-paru (Burnett *et al.*, 2018). Penelitian lain juga menyimpulkan bahwa beban penyakit dari PM_{2.5} lebih tinggi dari perkiraan sebelumnya dan terkait dengan banyak penyakit tambahan termasuk penyakit ginjal kronis, demensia, diabetes tipe 2, hipertensi dan pneumonia (Burnett *et al.*, 2018).

Pada tahun 2021, Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) menurunkan batas maksimum tingkat polusi PM_{2.5} yang dianggap aman bagi manusia untuk bernapas dari 10 µg/m³ menjadi 5 µg/m³ (WHO, 2021). Hal ini dapat diartikan bahwa perhatian terhadap kualitas udara dalam ruangan sering kali terabaikan dalam konteks lingkungan terutama di negara berkembang, termasuk Indonesia.

Provinsi Sumatera Utara adalah salah satu provinsi yang ada di Indonesia. Sumatera Utara memiliki banyak tempat destinasi wisata salah satunya di Kabupaten Karo. Kabanjahe adalah salah satu kecamatan yang ada di kabupaten karo, Kabanjahe adalah kota berkembang yang dekat dengan tempat wisata berastagi yang jalan utamanya ramai dikunjungi oleh masyarakat yang ingin berwisata di Kabupaten Karo. Ramainya wisatawan yang melintasi jalan utama kabanjahe yang mengakibatkan turunnya kualitas udara karena banyaknya debu atau partikulat (PM_{2.5}). Pada jalan utama Kabanjahe ada beberapa tempat yang berisiko terpapar PM_{2.5} salah satunya, Sekolah.

Sekolah merupakan salah satu lokasi yang ada dalam ruangnya terpapar yang cukup lama hingga 6-8 jam. Secara khusus, anak-anak sekolah menghabiskan sekitar 30% (8 jam) dari waktu mereka di kelas (Annesi-Maesano *et al.*, 2013). Kelompok usia anak-anak yang tergolong rentan (5-11 tahun) terhadap polusi udara dalam dan luar ruangan karena frekuensi pernafasan yang lebih tinggi, aktivitas fisik yang lebih tinggi, dan perkembangan sistem pernafasan terkait dengan penyakit pernafasan yang umum pada kelompok ini ditemukan terkait dengan kualitas udara di dalam kelas (Alves *et al.*, 2013).

Pada penelitian terdahulu di Antwerp, Belgia, yang melibatkan 27 sekolah dasar, melaporkan bahwa konsentrasi rata-rata PM_{2.5} di dalam ruangan berkisar antara 54 hingga 72 µg/m³ pengambilan sampel selama 12 jam (dari pukul 08.00 hingga 20.00) (Stranger et al., 2008). Sementara itu, penelitian lain di Stockholm yang meneliti karakteristik kimia PM_{2.5} pada 5 sekolah dasar menunjukkan bahwa konsentrasi PM_{2.5} di dalam ruangan berkisar antara 3,9 hingga 19 µg/m³ pengambilan sampel dilakukan selama 6 jam dengan rentang waktu 45 menit setiap jamnya (dari pukul 08.00 hingga 16.00), yang merepresentasikan periode aktivitas sekolah (Molnar et al., 2007). Disimpulkan bahwa, dari kedua penelitian ini konsentrasi PM_{2.5} pada siang hari jauh lebih tinggi dibandingkan pada malam hari.

Pada sekolah yang berada di dekat dengan jalan raya (KMS School 44.669 µg/m³), konsentrasi PM_{2.5} ditemukan lebih tinggi dibandingkan sekolah yang terletak pada jarak yang cukup jauh dari jalan raya (EMS School 33.673 µg/m³). Konsentrasi PM_{2.5} di suatu wilayah juga dipengaruhi oleh jenis kegiatan yang dilakukan di wilayah tersebut, sehingga penghuni sekolah beresiko terpapar PM_{2.5}, khususnya siswa SD (Kalaiarasan et al., 2017). Data serupa masih sangat minim di Indonesia salah satu penyebabnya adalah keterbatasan alat pengukuran. Sementara kualitas udara dalam ruang kelas termasuk di dalamnya aktivitas dalam ruang kelas seperti pergerakan siswa, penggunaan alat tulis, serta ventilasi yang buruk dapat berkontribusi terhadap peningkatan konsentrasi partikulat, kondisi seperti ini dalam jangka panjang dapat menjadi pemicu *Sick Building Syndrome (SBS)* atau juga disebut penyakit yang disebabkan oleh kualitas udara dalam ruangan yang tidak sehat.

Penelitian ini akan melakukan pengukuran kualitas udara PM_{2.5} di dalam ruang kelas pada sekolah, baik pada sekolah yang dekat dengan jalan maupun yang jauh dari jalan raya penelitian ini menggunakan *Low-Cost Sensor*. Penelitian terdahulu menyatakan bahwa penggunaan LCS secara lebih luas sebagai bahan informasi manajemen kualitas udara dan kebijakan udara bersih membutuhkan pertimbangan yang cermat

(Kushwaha Meenakshi *et al.*, 2020). Sensor ini memungkinkan pengukuran yang lebih fleksibel dan aksesibel, sehingga dapat memberikan data real-time mengenai konsentrasi PM di dalam kelas. Dengan menggunakan teknologi ini, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat paparan partikulat di lingkungan kelas dan mengidentifikasi faktor-faktor yang mempengaruhi kualitas udara di sekolah.

Data yang diperoleh pada penelitian ini dapat menjadi rujukan tentang kondisi kualitas udara dalam ruangan pada Sekolah Dasar, mengingat dampak paparan PM_{2,5} pada kesehatan siswa yang dapat mempengaruhi konsentrasi belajar, performa akademik, dan kesejahteraan secara keseluruhan. Selain itu, penelitian ini juga dapat menjadi pijakan awal untuk merancang intervensi yang lebih efektif dalam mengelola kualitas udara dalam ruang kelas. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar untuk pengembangan kebijakan dan strategi mitigasi yang lebih efektif dalam menjaga kesehatan siswa dan menciptakan lingkungan belajar yang lebih baik. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada bidang kesehatan lingkungan, tetapi juga pada peningkatan kualitas pendidikan dan kesejahteraan siswa secara keseluruhan.

B. Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimanakah kualitas udara dalam ruangan (PM_{2,5}) pada Lingkungan Sekolah SDN 040448 Kabanjahe (dekat Jalan Raya) dan SDN 040445 Kabanjahe (Jauh dari Jalan Raya)?

C. Tujuan Penelitian

C.1. Tujuan Umum

Menganalisis kualitas udara dalam ruangan (PM_{2,5}) pada Lingkungan Sekolah SDN 040448 Kabanjahe (dekat Jalan Raya) dan SDN 040445 Kabanjahe (Jauh dari Jalan Raya).

C.2. Tujuan Khusus

1. Menganalisis kualitas udara dalam ruangan pada SDN 040448 Kabanjahe (dekat Jalan Raya) Tahun 2025.
2. Menganalisis kualitas udara dalam ruangan pada SDN 040445 Kabanjahe (Jauh dari Jalan Raya) Tahun 2025.
3. Mengetahui perbedaan kualitas udara dalam ruangan pada sekolah yang di pinggir jalan raya SDN 040448 Kabanjahe (dekat jalan raya) dan kualitas udara dalam ruangan pada sekolah yang jauh dari jalan raya SDN 040445 Kabanjahe (jauh dari jalan raya) Tahun 2025.

D. Manfaat Penelitian

D.1. Bagi Peneliti

Untuk menambah wawasan peneliti tentang kualitas udara dalam ruangan ($PM_{2,5}$) di lingkungan Sekolah.

D.2. Bagi Masyarakat

Untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan guru dan wali murid serta tenaga pendidik yang ada di sekolah tentang pentingnya kualitas udara dalam kelas dan bahayanya $PM_{2,5}$.

D.3. Bagi Institusi

Manfaat untuk Institusi adalah untuk menambah bahan bacaan di perpustakaan Jurusan Kesehatan lingkungan Poltekkes Kemenkes Medan.