



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Polusi udara adalah kondisi atmosfer yang berasal dari fenomena alam yang mengandung partikel berbahaya, zat kimia, dan bahan biologis lainnya yang dapat berupa padatan, cairan, dan gas yang melebihi konsentrasi alami (Roy et al., 2024). Fenomena ini telah menjadi masalah global yang sangat mengkhawatirkan karena kontribusinya yang signifikan terhadap peningkatan angka kesakitan dan kematian manusia (Mangin et al., 2025; J. Zhang et al., 2024). *World Health Organization* (WHO) menegaskan bahwa polusi udara adalah salah satu faktor risiko kesehatan lingkungan yang paling signifikan, memicu berbagai masalah kesehatan serius seperti penyakit jantung, gangguan pernapasan, dan kanker paru-paru (Sangkhom et al., 2024; Wallbanks et al., 2024). Selain dampak kesehatan, tingginya pengeluaran untuk perawatan penyakit akibat polusi memberikan beban ekonomi yang berat, terutama di negara berkembang dengan regulasi kualitas udara yang cenderung longgar. Masalah ini semakin kompleks karena polusi udara bersifat lintas batas; polutan dapat bergerak jauh dari sumber aslinya dan memengaruhi wilayah lain (F. Chen et al., 2024). Meskipun sering diasosiasikan dengan lingkungan luar, partikel polutan dari udara luar dapat masuk ke dalam ruangan dan menimbulkan dampak kesehatan yang lebih serius (A'yun & Umaroh, 2023).

Mengingat sebagian besar aktivitas manusia berlangsung di dalam ruangan, kualitas udara interior menjadi sangat krusial. Kesehatan penghuni ruangan sangat dipengaruhi oleh kelimpahan mikroba yang bersumber dari aktivitas manusia seperti berjalan, bernapas, atau bersin serta kinerja sistem pemanas, ventilasi, dan pendingin udara (AC) (Xia & Chen, 2021; Zhao et al., 2025). Lingkungan dalam ruangan rentan terhadap paparan kontaminan dari berbagai sumber, termasuk energi daur ulang udara, polusi luar yang tak terkendali, serta faktor kepadatan bangunan, iklim, dan kondisi geografis (Mucha et al., 2024; Vishnu Sreejith et al., 2021). Di antara berbagai polutan, debu dalam ruangan yang merupakan partikel padat kecil ( $<100 \mu\text{m}^2$ ) menjadi perhatian utama. Secara spesifik, partikel berukuran kurang dari  $10 \mu\text{m}^2$  (PM<sub>10</sub>) memiliki risiko tinggi karena dapat terhirup hingga mencapai saluran pernapasan atau aliran darah (Nazzal et al., 2023).

Partikulat (PM) yang dihasilkan oleh sektor industri, pertanian, dan transportasi tidak hanya merusak kualitas udara dan memengaruhi perubahan iklim, tetapi juga menjadi penyebab utama gangguan kesehatan (Q. Zhang et al., 2025). Paparan PM<sub>10</sub> dalam ruangan selama periode yang lama berkorelasi dengan peningkatan risiko penyakit pernapasan kronis, seperti penyakit paru obstruktif kronis (COPD), penurunan fungsi paru, serta peningkatan kejadian penyakit kardiovaskular (Gu et al., 2024; L. Zhang et al., 2021; Q. Zhang et al., 2025). Konsentrasi debu dan PM di dalam ruangan dipengaruhi oleh berbagai faktor yang kompleks, antara lain konsentrasi debu luar ruangan, desain ventilasi, keberadaan debu residu, serta tingkat kebocoran udara pada bangunan yang bergantung pada kualitas konstruksi dan celah pada pintu atau jendela (Li & Yi, 2021).



Salah satu metode efektif untuk meneliti pencemaran debu dalam ruangan adalah uji analisis filter HVAC atau AC. Filter ini dirancang untuk menangkap debu dalam waktu tertentu dan bertindak sebagai pengumpul kontaminan atmosferik sebelum dibersihkan atau diganti (Timshina et al., 2023; Y. Chen et al., 2022). Namun, studi terbaru oleh Huang et al. (2024) menunjukkan bahwa akumulasi partikel debu pada filter dapat menurunkan kinerja sistem penyaring ketika beban debu mencapai level tertentu, yang mengakibatkan partikel halus bertahan lebih lama di ruang tertutup dan memperbesar risiko paparan. Selain itu, penelitian Sharaf Din et al. (2024) menemukan adanya konsentrasi mikroplastik yang signifikan di udara dalam ruangan, yang menambah dimensi ancaman kesehatan karena kemampuannya menembus sistem pernapasan (Huang et al., 2024; Sharaf Din et al., 2024).

Melihat risiko kesehatan tersebut, penelitian ini dilakukan untuk memeriksa kondisi debu di lingkungan Departemen Fisika. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ukuran partikel debu yang ada di Ruang Tunggu dan Laboratorium Fisika Material, serta menganalisis gugus fungsi yang terkandung di dalamnya. Selain itu, penelitian ini juga akan membandingkan kualitas udara antara Laboratorium Fisika Material dan Energi dengan Ruang Tunggu Departemen Fisika. Hasilnya diharapkan bisa memberikan gambaran jelas mengenai kondisi udara di sana agar langkah pencegahan bisa dilakukan.

## 1.2 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui ukuran partikel debu dalam ruang tunggu Departemen Fisika dan Laboratorium Fisika Material
2. Menganalisis gugus fungsi yang terkandung dalam partikel debu
3. Membandingkan kualitas udara antara ruangan Laboratorium Fisika Material dan Energi dengan ruang tunggu Departemen Fisika

## 1.3 Manfaat Penelitian

1. Memberikan informasi tentang kualitas udara dalam ruangan
2. Memperkirakan sumber partikel polutan di dalam ruangan
3. Meningkatkan kesehatan lingkungan melalui penggunaan alat pelindung diri
4. Meningkatkan kesadaran tentang polusi udara di ruangan tertutup



## BAB II METODE PENELITIAN

### Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei-Juni 2025, pengambilan sampel dilakukan di ruangan Laboratorium Material dan Energi dan di ruang tunggu Departemen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

### 2.2 Alat dan Bahan

#### 2.2.1 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Aluminium Foil
2. Sikat gigi
3. Plastik Klip
4. Sarung Tangan
5. Masker
6. SEM (*Scanning Electron Microscope*)
7. FTIR (*Fourier Transform Infrared*)

#### 2.2.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel debu. Debu yang berasal dari ruang tunggu Departemen Fisika ditetapkan sebagai Sampel 1, sedangkan debu yang diperoleh dari Laboratorium Material dan Energi ditetapkan sebagai Sampel 2. Massa sampel yang diperlukan untuk proses pengujian SEM dan FTIR masing-masing adalah  $\pm 0,1$  gram.

### 2.3 Prosedur

Pengambilan sampel debu dilakukan di ruang tunggu Departemen Fisika dan ruang Laboratorium Fisika Material dan Energi dengan menggunakan metode pengambilan langsung dari filter AC. Unit AC tersebut diketahui belum mengalami pembersihan sejak Desember 2024 (durasi akumulasi  $\pm 4$  bulan). Kondisi ini memungkinkan terjadinya akumulasi partikel debu dalam jumlah yang signifikan, sehingga dianggap layak untuk dijadikan bahan uji dalam penelitian ini.

Sebelum proses pengambilan dilakukan, peneliti terlebih dahulu mengenakan alat pelindung diri berupa masker dan sarung tangan guna menjaga kebersihan serta menghindari kontaminasi sampel. Penggunaan alat pelindung ini penting untuk memastikan bahwa sampel yang diperoleh benar-benar merepresentasikan partikel dari lingkungan, tanpa tercampur dengan partikel luar seperti dari kulit, nafas, atau tangan peneliti.

Debu dikumpulkan dengan menyikat permukaan filter AC menggunakan sikat gigi bersih yang belum pernah digunakan sebelumnya. Proses penyikatan dilakukan secara hati-hati agar partikel debu yang terlepas dapat langsung ditampung dalam wadah berbahan aluminium foil. Aluminium foil dipilih sebagai wadah karena bersifat inert dan mampu meminimalkan potensi kontaminasi dari lingkungan sekitar selama pengumpulan.



Setelah jumlah debu yang memadai terkumpul, sampel kemudian dipindahkan an hati-hati ke dalam plastik klip bersih dan tertutup rapat. Penyimpanan dalam ik klip bertujuan untuk menjaga kondisi fisik dan kimia sampel agar tetap stabil sebelum dilakukan analisis lebih lanjut menggunakan instrumen yang telah ditentukan. Sampel kemudian disimpan pada tempat yang kering dan terlindung dari paparan langsung cahaya matahari atau kelembaban tinggi.

## 2.4 Pengamatan dan Pengukuran

### 2.4.1 Scanning Electron Microscope (SEM)

Karakterisasi morfologi partikel pada sampel debu dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) untuk mengamati bentuk, ukuran, serta distribusi partikel secara mikroskopis. Distribusi ukuran partikel dihitung menggunakan persamaan Gaussian:

$$f(x) = \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu)^2}{2\sigma^2}} \quad (1)$$

Dengan  $x$  adalah diameter partikel,  $\mu$  adalah ukuran partikel rata-rata,  $\sigma$  adalah simpangan baku dan  $f(x)$  adalah frekuensi relatif (Azis et al., 2026).

### 2.4.2 Fourier Transform Infrared (FTIR)

Karakterisasi *Fourier Transform Infrared* (FTIR) dilakukan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat pada sampel debu dari ruang laboratorium. Pengujian ini bertujuan mengetahui komposisi kimia dan jenis ikatan molekul penyusun partikel debu. Analisis dilakukan menggunakan spektrofotometer FTIR dengan rentang bilangan gelombang 4000–400  $\text{cm}^{-1}$ .

Dari interferogram ke spektrum FTIR menggunakan persamaan transformasi fourier

$$S(\tilde{\nu}) = \int_{-\infty}^{+\infty} I(t)e^{-2\pi i\tilde{\nu}t} dt \quad (2)$$

$S(\tilde{\nu})$  menunjukkan daya spektral, sedangkan  $I(t)$  adalah sinyal intensitas cahaya yang diukur terhadap waktu. Bagian  $e^{-2\pi i\tilde{\nu}t}$  adalah eksponen yang digunakan untuk mentransformasikan data dari domain waktu ke domain frekuensi.  $\tilde{\nu}$  adalah frekuensi atau bilangan gelombang, dan  $t$  adalah waktu. Untuk mengetahui tinggi puncak serapan pada spektrum, digunakan hukum Beer-Lambert:

$$A \log_{10} \frac{I_0}{I} = \alpha_c cl \quad (3)$$

$$T(\%) = \frac{I}{I_0} \times 100 \quad (4)$$

$A$  menyatakan nilai absorbansi,  $I_0$  adalah intensitas cahaya sebelum diserap, sedangkan  $I$  merupakan intensitas cahaya setelah penyerapan terjadi. Simbol  $\alpha_c$  menunjukkan koefisien serapan,  $c$  menggambarkan konsentrasi zat yang dianalisis,  $l$  adalah panjang



cahaya yang dilalui, dan  $T$  menunjukkan besarnya cahaya yang diteruskan atau mitansi (Azis et al., 2026).

### 2.3.3 Bagan Penelitian

