

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pencemaran udara merupakan salah satu masalah utama di bidang kesehatan lingkungan karena berdampak langsung terhadap kesehatan masyarakat. Salah satu parameter penting dalam pencemaran udara adalah particulate matter berukuran ≤ 10 mikron (*PM10*). Partikel ini dapat masuk ke saluran pernapasan bawah dan menimbulkan berbagai gangguan kesehatan. Menurut Kridawati (2019), paparan *PM10* berhubungan dengan peningkatan kasus ISPA, asma, bronkitis, dan penyakit paru obstruktif kronis (PPOK).

Badan Kesehatan Dunia (*WHO*, 2021) menetapkan ambang batas aman konsentrasi *PM10* sebesar $45 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (rata-rata harian). Namun, konsentrasi *PM10* di berbagai wilayah Indonesia masih sering melebihi nilai tersebut. Berdasarkan data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK, 2023), konsentrasi *PM10* di beberapa kota besar Indonesia dapat mencapai $70\text{--}120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pada musim kemarau.

Di Provinsi Jambi, pencemaran udara diperparah oleh kebakaran hutan dan lahan (karhutla). Data BMKG Jambi (2023) menunjukkan bahwa selama periode karhutla, Indeks Standar Pencemar Udara (ISPU) sering mencapai kategori berbahaya

(>300), dengan dominasi partikel *PM10*. Dampaknya nyata pada kesehatan masyarakat, ditandai dengan peningkatan kasus ISPA sebesar 40–60% saat puncak kabut asap (Dinas Kesehatan Provinsi Jambi, 2023).

Paparan *PM10* tidak hanya berdampak pada gangguan pernapasan akut. Penelitian Zhang et al. (2023) menunjukkan bahwa paparan jangka panjang terhadap *PM10* dapat meningkatkan risiko penyakit kardiovaskular, kanker paru-paru, serta penurunan fungsi paru. Hal ini menjadikan *PM10* sebagai ancaman serius bagi kesehatan lingkungan maupun kesehatan masyarakat secara luas.

Berbagai teknologi penyaringan udara telah dikembangkan sebelumnya untuk mengendalikan partikulat, di antaranya:

- a. *Cyclone Separator* → bekerja dengan prinsip gaya sentrifugal yang memisahkan partikel dari aliran udara melalui putaran siklon. Teknologi ini efektif untuk partikel berukuran besar, tetapi kurang efisien terhadap partikel yang lebih halus (Wark & Warner, 2001).
- b. *Baffle/Blade Filter* → berupa susunan bilah yang mengubah arah aliran udara sehingga partikel mengalami tumbukan (impaksi) dan tertahan di permukaan bilah. Menurut Kim et al. (2023), desain bilah yang optimal mampu meningkatkan

turbulensi lokal dan meningkatkan efisiensi penangkapan partikel.

- c. *Wet Scrubber* (penyaring berbasis air) → menggunakan media air untuk menangkap partikel halus melalui proses pencucian udara. Seinfeld & Pandis (2016) menjelaskan bahwa interaksi langsung antara partikel dengan air dapat menurunkan konsentrasi partikulat meter secara signifikan, terutama pada ruang tertutup.

Setiap teknologi tersebut memiliki kelebihan dan keterbatasan. Oleh karena itu, penelitian ini mencoba mengintegrasikan ketiga prinsip tersebut ke dalam satu alat, yaitu:

- a. Sistem sentrifugal untuk pemisahan awal partikel dengan massa lebih besar.
- b. Filter bilah untuk memperlambat aliran dan meningkatkan tumbukan partikel.
- c. Media air sebagai tahap akhir penangkapan partikel halus yang lolos dari tahap sebelumnya.

Dalam penelitian ini, sumber polutan disimulasikan dengan pembakaran kardus telur. Kardus telur dipilih karena menghasilkan asap pekat dengan kadar partikulat tinggi, sehingga efektif untuk mensimulasikan kondisi udara tercemar dalam ruang uji. Dengan demikian, penggunaannya bertujuan semata-mata sebagai media simulasi pencemar, bukan mencerminkan aktivitas

sehari-hari. Dengan mengintegrasikan tiga sistem tersebut, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan alat penyaring udara sederhana, efektif, dan terjangkau yang mampu menurunkan kadar *PM10* dalam ruang tertutup. Selain itu, hasil penelitian ini juga diharapkan dapat berkontribusi pada bidang kesehatan lingkungan dalam upaya penyehatan udara dalam ruangan dan pencegahan penyakit akibat pencemaran udara.

1.2 Rumusan Masalah

- a. Bagaimana merancang dan mengembangkan alat penyaring udara berbasis sistem sentrifugal, filter bilah, dan media air?
- b. Seberapa efektif alat penyaring udara tersebut dalam menurunkan kadar *PM10* dari hasil pembakaran kardus telur sebagai simulasi udara tercemar dalam ruang uji terkontrol?

1.3 Tujuan Penelitian

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengembangkan dan mengetahui efektivitas alat penyaring udara berbasis sistem sentrifugal, filter bilah, dan media air dalam menurunkan konsentrasi *PM10* pada ruang simulasi terkontrol.

1.3.2 Tujuan Khusus

- a. Mendesain dan membuat prototipe alat penyaring udara berbasis sistem sentrifugal, filter bilah, dan media air.
- b. Melakukan uji coba efektivitas alat dalam menurunkan kadar *PM10* pada ruang simulasi dengan sumber polutan dari pembakaran kardus telur.
- c. Menganalisis perbedaan kadar *PM10* sebelum dan sesudah melewati proses penyaringan.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1 Bagi Peneliti Selanjutnya

Memberikan dasar penelitian dan pengembangan lebih lanjut terkait teknologi penyaring udara berbasis kombinasi sistem sederhana (sentrifugal, filter bilah, dan media air), serta sebagai rujukan untuk inovasi dengan skala yang lebih besar.

1.4.2 Bagi Masyarakat

Memberikan alternatif teknologi tepat guna yang efektif, sederhana, dan terjangkau untuk menurunkan kadar *PM10*, sehingga dapat membantu menjaga kualitas udara dalam ruangan dan menurunkan risiko penyakit akibat pencemaran udara.

1.4.3 Bagi Institusi (Perguruan Tinggi/Instansi Kesehatan)

Menjadi bahan informasi dan referensi dalam bidang kesehatan lingkungan, khususnya pada aspek pengendalian pencemaran udara. Hasil penelitian ini juga dapat memperkaya

khasanah penelitian di institusi terkait serta menjadi dasar pertimbangan dalam pengembangan teknologi ramah lingkungan untuk pengendalian kualitas udara.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah pengembangan alat penyaring udara berbasis sistem sentrifugal, filter bilah, dan media air yang dirancang untuk menurunkan konsentrasi partikulat udara berukuran ≤ 10 mikron (*PM10*) dalam ruang rumah tangga. Proses pengembangan alat menggunakan pendekatan model *ADDIE* (*Analysis, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*), namun penelitian ini dibatasi sampai tahap implementasi terbatas di lingkungan rumah tangga dan evaluasi awal efektivitas alat.