BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Udara merupakan komponen esensial bagi kehidupan. *World Health Organization* (WHO) secara konsisten menekankan bahwa kualitas udara sangat krusial dan secara langsung memengaruhi kesehatan populasi. Polusi udara, yang didefinisikan sebagai pencemaran oleh zat kimia, fisik, atau biologis dari berbagai sumber (seperti emisi kendaraan dan industri), telah menjadi ancaman global. WHO mencatat bahwa hampir 99% populasi dunia menghirup udara yang tercemar melebihi ambang batas aman, yang berimplikasi pada konsekuensi kesehatan serius, termasuk peningkatan morbiditas dan mortalitas global (WHO, 2017).

Polusi udara, khususnya oleh *Particulate Matter* ($PM_{2,5}$), merupakan krisis kesehatan lingkungan terbesar di dunia. $PM_{2,5}$ adalah partikel halus berukuran kurang dari 2,5µm yang mampu menembus jauh ke dalam paru-paru dan memasuki aliran darah, memicu peradangan sistemik dan berkontribusi signifikan terhadap penyakit pernapasan, salah satunya Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). ISPA terus menjadi masalah kesehatan masyarakat yang mendesak di Indonesia. Meskipun kasusnya menunjukkan sedikit penurunan, jumlah kasus ISPA pada balita masih terbilang tinggi, tercatat sebanyak 4.432.177 kasus pada tahun 2021 (Leky et al., 2022). Beban ISPA sangat luas, mulai dari penurunan kualitas hidup individu hingga peningkatan beban ekonomi dan risiko komplikasi serius seperti pneumonia (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2012).

Mengingat sebagian besar populasi dunia menghabiskan 85–90% waktu mereka di dalam ruangan, paparan pribadi terhadap $PM_{2,5}$ dalam lingkungan rumah tinggal *(Indoor Environment)* menjadi aspek yang sangat krusial. Data pemantauan kualitas udara ambien (luar ruangan) sering kali tidak cukup untuk mencerminkan paparan yang sebenarnya, karena paparan individu sangat bergantung pada mikrolingkungan spesifik di dalam rumah (Chen & Zhao, 2011). Paparan partikel halus $PM_{2,5}$ terbukti menjadi kontributor signifikan terhadap morbiditas ISPA, terutama pada populasi rentan seperti anak-anak dan lansia, karena partikel ini merusak fungsi pertahanan alami tubuh.

Secara teknis, $PM_{2,5}$ adalah *fine particulate* yang mampu mencapai alveoli dan bahkan masuk ke sirkulasi darah sistemik (Wellid et al., 2024). Paparan ini, baik jangka pendek maupun panjang, meningkatkan risiko ISPA dan penyakit paru kronis lainnya (Ernyasih et al., 2023). Hubungan kausal antara paparan $PM_{2,5}$ di dalam ruangan (*Indoor* Air Quality) dengan peningkatan insiden dan keparahan ISPA telah terbukti (Xing et al., 2016). Bagi penderita ISPA, paparan berkelanjutan di dalam rumah dapat memperlambat penyembuhan dan memperburuk gejala. Untuk mengatasi masalah ini, perangkat filtrasi udara berperan penting, namun alat penyaring standar seperti HEPA (*High-Efficiency Particulate Air*) memiliki keterbatasan kecocokan dan implementasi. Meskipun efektif dalam menangani $PM_{2,5}$, teknologi HEPA sering terhambat oleh investasi awal yang besar, kebutuhan daya listrik yang tinggi, serta tantangan limbah yang tidak dapat diuraikan secara alami. Kondisi ini menimbulkan urgensi untuk mencari metode pemurnian udara yang berdaya guna, ekonomis, dan ramah lingkungan sebagai solusi yang lebih sesuai dan berkelanjutan bagi masyarakat luas.

Berkaitan dengan keterbatasan tersebut, pemilihan metode adsorpsi kimia berbasis bahan alami sebagai alternatif filtrasi $PM_{2,5}$ didasarkan pada beberapa pertimbangan mendasar dibandingkan teknologi filtrasi konvensional. Pertama, dari aspek ekonomi, bahan baku nabati seperti Stroberi Hutan relatif mudah diperoleh dan dapat diproduksi dengan biaya yang jauh lebih rendah dibandingkan membran HEPA sintetis, sehingga lebih dapat diakses oleh masyarakat dengan tingkat sosial ekonomi menengah ke bawah kelompok yang justru paling banyak ditemukan pada kasus ISPA di wilayah pedesaan Kedua, dari aspek keberlanjutan lingkungan, adsorben berbasis tanaman bersifat *biodegradable* sehingga tidak menimbulkan limbah non-organik seperti pada filter HEPA yang telah jenuh dan harus dibuang. Ketiga, dari aspek operasional, metode adsorpsi kimia bersifat pasif dan tidak memerlukan sumber daya listrik yang besar, berbeda dengan sistem filtrasi mekanis HEPA yang bergantung pada kipas bertekanan tinggi untuk menyaring udara. Ketiga pertimbangan inilah yang menjadikan pendekatan berbasis bahan alami sebagai solusi filtrasi yang lebih adaptif terhadap kondisi rumah tangga di wilayah dengan keterbatasan infrastruktur dan daya beli, sekaligus

menjawab kebutuhan akan metode pemurnian udara yang ekonomis dan berkelanjutan sebagaimana telah diuraikan sebelumnya.

Urgensi masalah ini terkonfirmasi di tingkat regional melalui data Laporan Bulanan Data Rutin ISPA Dinas Kesehatan Kabupaten Langkat tahun 2025. Total kasus ISPA dari seluruh kelompok umur yang dilaporkan oleh 32 puskesmas sepanjang Januari hingga Desember 2025 mencapai 73.164 kasus, yang terdiri atas balita (0–<5 tahun) sebanyak 21.639 kasus (29,6%), anak (5–9 tahun) 12.544 kasus (17,1%), remaja (10–18 tahun) 9.241 kasus (12,6%), dewasa (19–59 tahun) 17.454 kasus (23,9%), dan lansia (≥60 tahun) 12.286 kasus (16,8%). Tingginya angka tersebut mengindikasikan kondisi rumah yang berpotensi tinggi terhadap akumulasi $PM_{2,5}$, seperti ventilasi yang kurang memadai dan kebiasaan merokok di dalam rumah. Distribusi kasus per puskesmas menunjukkan ketimpangan yang mencolok, di mana Puskesmas Sawit Seberang mencatat kasus ISPA balita tertinggi sebanyak 5.177 kasus (23,9% dari total kasus balita), diikuti Puskesmas Desa Lama (3.262 kasus), Selesai (1.412 kasus), Besitang (1.060 kasus), dan Stabat (1.022 kasus). Di sisi lain, cakupan penemuan kasus pneumonia balita baru mencapai 7,7% dari target 2.912 kasus yang diestimasi, sehingga kondisi lokal ini berkontribusi signifikan terhadap prevalensi ISPA di wilayah tersebut.

Menanggapi kebutuhan mendesak akan solusi filtrasi yang ekonomis dan ramah lingkungan yang lebih sesuai dengan konteks domestik, penelitian ini mengusulkan pendekatan baru dengan menggunakan adsorpsi kimia berbasis bahan alami. Ekstrak Stroberi Hutan (*Fragaria vesca*) diketahui kaya akan senyawa bioaktif, terutama tanin (Costa et al., 2020). Tanin adalah senyawa polifenol yang memiliki kemampuan luar biasa untuk mengikat (*binding*) dan mengkhelat (*chelating*) berbagai molekul, termasuk protein dan ion logam (yang sering menjadi komponen $PM_{2,5}$). Dengan menurunnya konsentrasi $PM_{2,5}$ yang terhirup, rantai patofisiologis yang memicu ISPA secara logis dapat diputus lebih awal. Sebagaimana telah diuraikan sebelumnya, paparan $PM_{2,5}$ memicu peradangan sistemik pada saluran pernapasan dan merusak mekanisme pertahanan mukosiliar, sehingga saluran napas menjadi lebih rentan terhadap infeksi virus maupun bakteri penyebab ISPA. Apabila konsentrasi $PM_{2,5}$ pada lingkungan *indoor* dapat ditekan melalui proses adsorpsi berbasis tanin Stroberi Hutan, maka beban inflamasi pada saluran

pernapasan penghuni rumah terutama pada penderita ISPA yang sedang dalam masa penyembuhan juga berpotensi berkurang, sehingga proses pemulihan tidak terhambat oleh paparan berkelanjutan dari lingkungan rumah itu sendiri. Atas dasar keunggulan ekonomis, ramah lingkungan, dan potensi mekanisme adsorpsi tanin tersebut, saya tertarik meneliti tentang "Kemampuan Filtrasi Adsorben Stroberi Hutan *(Fragaria Vesca*) Menurunkan Polutan *Partikulat Matter* ($PM_{2,5}$) Pada Rumah Penderita Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) Di Kecamatan Sawit Seberang Kabupaten Langkat Tahun 2026.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas, yang menjadi rumusan masalah adalah bagaimana kemampuan filtrasi adsorben stroberi hutan *(Fragaria Vesca*) dalam menurunkan $PM_{2,5}$ di rumah penderita infeksi saluran pernapasan akut?

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Menganalisis kemampuan filtrasi adsorben ekstrak stroberi hutan *(Fragaria Vesca*) dalam menurunkan konsentrasi $PM_{2,5}$ pada rumah penderita infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) di Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat.

2. Tujuan Khusus

1. Menganalisis bagaimana kemampuan filtrasi adsorben stroberi hutan *(Fragaria Vesca*) dengan konsentrasi 10% dan 15% dalam menurunkan konsentrasi $PM_{2,5}$ pada rumah penderita infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) di Kecamatan Stabat, Kabupaten Langkat.
2. Melihat Perbedaan konsentrasi $PM_{2,5}$ sebelum dan sesudah menggunakan bio-adsorben stroberi hutan (*Fragaria Vesca*) dengan konsentrasi 10% dan 15%.

D. Manfaat Penelitian

1. Bagi Masyarakat

Memberikan alternatif solusi teknologi filtrasi udara yang murah, mudah dibuat, dan ramah lingkungan bagi masyarakat (khususnya keluarga dengan penderita infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) di Kecamatan Stabat untuk memperbaiki kualitas udara dalam ruangan.

2. Bagi Ilmu Pengetahuan

Memberikan bukti ilmiah baru mengenai sinergisme adsorben stroberi hutan *(Fragaria Vesca)* sebagai media bio-filtrasi $PM_{2,5}$.

3. Bagi Instansi

Memberikan data primer bagi Dinas Kesehatan Kabupaten Langkat dan Puskesmas Stabat sebagai dasar rekomendasi intervensi kesehatan lingkungan untuk menekan angka ISPA.