BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polusi udara merupakan salah satu tantangan lingkungan terbesar yang dihadapi masyarakat modern akibat pesatnya industrialisasi dan urbanisasi. Di antara berbagai polutan yang dihasilkan, karbon dioksida (CO_2) dan karbon monoksida (*CO*) menjadi dua gas berbasis karbon yang paling krusial untuk dipahami karakteristiknya. Meskipun sama-sama terbentuk dari unsur karbon dan oksigen, keduanya memiliki sifat kimia dan sumber emisi yang berbeda. Karbon dioksida (CO_2) dihasilkan dari proses respirasi makhluk hidup dan pembakaran sempurna bahan bakar fosil. Sementara itu, karbon monoksida (*CO*) merupakan gas yang tidak berwarna, tidak berbau, namun sangat beracun, yang terbentuk akibat proses pembakaran yang tidak sempurna pada mesin kendaraan bermotor maupun aktivitas industri (Asis & Al-Wasilah, 2024).

Di sisi lain, ancaman gas toksik juga sangat potensial terjadi di lingkungan dalam ruangan akibat penggunaan obat nyamuk bakar secara kronis (Lubis, 2024). Proses pembakaran biomassa obat nyamuk bakar yang berlangsung secara perlahan tanpa nyala api melepaskan berbagai gas berbahaya, seperti Karbon Monoksida (*CO*) dan Karbon Dioksida (CO_2), serta partikel halus dan senyawa kimia aktif golongan pyrethroid seperti allethrin (Kuncoro & Hasibuan, 2020; Lubis, 2024). Ketika gas *CO* dan polutan hasil pembakaran obat nyamuk bakar ini terhirup ke dalam sistem pernapasan di ruang tertutup dengan sirkulasi udara yang buruk, gas *CO* akan berikatan kuat dengan hemoglobin dalam darah membentuk

karboksihemoglobin (*COHb*) (Wardani & Nurjazuli, 2022). Hal ini mengganggu pasokan oksigen ke jaringan tubuh dan memicu stres oksidatif tingkat seluler (Wijayanthi, 2021). Paparan jangka panjang terhadap emisi asap obat nyamuk bakar terbukti dapat menginduksi reaksi inflamasi, memicu gangguan fungsi pernapasan, serta mengganggu keseimbangan sistem imunitas tubuh (Sulung et al., 2022; Wijayanthi, 2021).

Sistem imun adaptif manusia memiliki peran yang sangat krusial dalam mengenali dan mengeliminasi berbagai patogen asing, termasuk virus, bakteri, dan sel kanker. Komponen utama yang mengendalikan respons imun spesifik ini adalah sel T atau limfosit T, yaitu sejenis sel darah putih yang diproduksi di sumsum tulang dan mengalami proses pematangan di kelenjar timus. Selama proses pematangan tersebut, limfosit T belajar untuk membedakan antara protein tubuh sendiri (*self-antigen*) dan protein asing (*foreign antigen*). Kemampuan diferensiasi ini sangat penting agar limfosit T dapat mengenali molekul antigen spesifik yang dipresentasikan oleh sel tubuh melalui kompleks histokompatibilitas utama atau *Major Histocompatibility Complex* (MHC), sehingga respons imun yang dihasilkan tepat sasaran tanpa merusak jaringan sehat (Fadhilah, 2024). Secara fungsional, limfosit T terbagi menjadi sel T helper (CD4^+) dan sel T sitotoksik (CD8^+). Sel T helper berfungsi sebagai pengatur yang melepaskan sitokin untuk mengaktivasi sel imun lain, sedangkan sel T sitotoksik bertindak sebagai eksekutor yang menghancurkan sel terinfeksi virus atau kanker secara langsung (Pratama, 2023). Penelitian sosiomedis dan imunologi dalam beberapa tahun terakhir menunjukkan bahwa dinamika serta jumlah limfosit T di dalam tubuh manusia sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor klinis dan patologis, seperti infeksi virus kronis (misalnya HIV

atau Hepatitis) dan status malnutrisi. Patogen yang menyerang sistem kekebalan secara langsung dapat menyebabkan penurunan drastis pada jumlah sel T helper, yang memicu kondisi imunodefisiensi atau penurunan drastis daya tahan tubuh. Selain itu, kondisi stres oksidatif jangka panjang dan kekurangan asupan nutrisi esensial juga terbukti mempercepat penuaan sel imun (immunosenescence), yang menurunkan kemampuan proliferasi (pembelahan sel) limfosit T dalam merespons antigen baru (Ramadhan & Sari, 2022).

Murotal Al-Qur'an merupakan bentuk stimulasi auditori yang telah dilaporkan memberikan efek relaksasi, menurunkan kecemasan, serta menstabilkan respons fisiologis tubuh. Paparan murotal dapat memengaruhi gelombang otak dan aktivitas sistem saraf otonom yang berhubungan dengan respons stres (Hidayat & Rochmawati, 2021). Stimulasi suara yang bersifat menenangkan, termasuk murotal, diduga mampu menurunkan aktivitas sistem saraf simpatis serta kadar hormon stres. Mekanisme ini berpotensi memberikan efek tidak langsung terhadap sistem imun melalui jalur neuroendokrin (Sari et al., 2020).

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa terapi suara atau musik dapat meningkatkan parameter imun tertentu, seperti peningkatan aktivitas sel imun dan modulasi sitokin. Namun, bukti ilmiah yang secara spesifik mengevaluasi pengaruh murotal terhadap parameter imun seluler masih relatif terbatas (Yuliana et al., 2023). Penelitian mengenai terapi suara menggunakan musik klasik telah banyak dilakukan, namun penggunaan murottal Al-Qur'an memberikan dimensi berbeda karena adanya aspek spiritualitas dan karakteristik linguistik Al-Qur'an yang khas. Penggunaan hewan coba tikus putih (*Rattus norvegicus*) jantan dalam penelitian ini dipilih karena secara fisiologis tikus memiliki kemiripan sistem endokrin dan aksis

HPA dengan manusia, sehingga dapat menjadi model yang representatif untuk melihat efek dasar dari paparan murottal terhadap parameter biologi seluler (Nihaya & Paewai, 2023; Yuliadi, 2021).

Meskipun efek relaksasi murottal telah banyak diakui secara kualitatif, bukti empiris mengenai pengaruhnya terhadap profil sel limfosit T secara kuantitatif pada model hewan coba masih terbatas. Berdasarkan hal tersebut, peneliti merasa perlu melakukan penelitian yang lebih mendalam melalui evaluasi pemeriksaan sel limfosit T pada tikus jantan yang terpapar murottal guna membuktikan potensi Al-Qur'an sebagai stimulan bagi sistem pertahanan tubuh (Dewi et al., 2025; Jamal et al., 2023; Nihaya & Paewai, 2023).

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimanakah evaluasi jumlah sel limfosit T dengan variasi frekuensi murottal Al-Qur'an pada tikus putih (*Rattus norvegicus*) Jantan yang terpapar obat nyamuk bakar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka penelitian ini terdapat beberapa tujuan penelitian antara lain sebagai berikut:

1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengevaluasi jumlah sel limfosit T pengaruh terapi murottal Al-Qur'an terhadap profil sistem imun seluler, khususnya sel limfosit T, pada subjek penelitian hewan coba (*Rattus Norvegicus)*

1.3.2 Tujuan Khusus

1. Mengevaluasi jumlah sel limfosit T pada tikus jantan kelompok kontrol (tanpa

terapi murottal).

2. Mengevaluasi jumlah sel limfosit T pada tikus jantan kelompok perlakuan (dengan terapi murottal).

1.4 Manfaat Penelitian

Dari hasil penelitian diharapkan dapat memberi manfaat dan informasi:

1.4.1 Manfaat Teoritis

1. Memberikan kontribusi ilmiah dalam bidang imunologi mengenai pengaruh stimulasi suara (murottal) terhadap respon imun seluler.
2. Memperkuat integrasi antara ilmu kesehatan modern dengan nilai-nilai spiritual keislaman (Psikoneuroimunologi Islam).

1.4.2 Manfaat Praktis

1. Menambah wawasan mengenai prosedur pemeriksaan sel limfosit T dan metodologi penelitian eksperimental.
2. Memberikan informasi berbasis data mengenai potensi murottal Al-Qur'an sebagai terapi komplementer yang murah dan mudah untuk menjaga daya tahan tubuh.
3. Menjadi referensi tambahan bagi penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan terapi non-farmakologis untuk meningkatkan sistem imun.