

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sistem imunitas adalah salah satu yang paling dinamis dalam tubuh kita. Keseimbangan imun humoral dan selular berada didalam kondisi homeostasis yang saling berpotensi dalam menghadapi jejas. Mekanisme yang mempertahankan homeostasis imun harus menghadapi berbagai kondisi seperti proliferasi sel dan kematian sel di dalam tubuh.¹ Mekanisme ini juga harus mengatasi suatu kondisi seperti respon terhadap berbagai patogen, obat-obatan atau kanker, dan beradaptasi dengan kondisi kronis dengan menyesuaikan *set point* homeostatis untuk membatasi kerusakan jaringan.¹

Polusi udara memiliki berbagai efek kesehatan. Kesehatan individu yang rentan dan sensitif dapat terpengaruh bahkan pada hari dimana polusi udara rendah.² Paparan jangka pendek terhadap polutan udara erat kaitannya dengan batuk, sesak napas, mengi, asma, dan penyakit pernapasan. Efek jangka panjang yang terkait dengan polusi udara adalah asma kronis, insufisiensi paru, penyakit kardiovaskular, dan kematian kardiovaskular.³

Polutan yang menjadi faktor utama timbulnya penyakit pada manusia diantaranya, *Particulate Matter* (PM). *Partikulate matter* dapat menembus sistem pernapasan melalui inhalasi sehingga menyebabkan penyakit pernapasan, kardiovaskular, disfungsi sistem reproduksi dan sistem saraf pusat, serta kanker.⁴ *Partikulate matter* diantaranya adalah nitrogen oksida, sulfur dioksida, *Volatile Organic Compounds* (VOCs), dioksin, dan hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH)

semua komponen tersebut dianggap sebagai polutan udara yang berbahaya bagi manusia.^{3,5} Konsentrasi PM dari polusi udara dapat dipengaruhi oleh angin, suhu udara, dan kelembaban.⁵

Dalam mode transportasi seperti mobil dan bus menggunakan bahan bakar fosil yang berasal dari sumber emisi tinggi. *Partikulate matter* dapat dilepaskan langsung dari mesin maupun terbentuk melalui reaksi kimia dari polutan primer.⁴ Sumber polutan yang dihasilkan oleh kendaraan mobil dan bus memiliki tingkat emisi yang berbeda, bus mengeluarkan lebih banyak *volatile organic compound* dibandingkan dengan mobil.⁴

Nasal mucociliary clearance merupakan pertahanan innate utama dari hidung dan sinus paranasal, dan terdiri dari lapisan mukosa, lapisan cairan permukaan saluran nafas dan epitel silia. Mucus yang dihasilkan oleh sel goblet mukosa diperlukan untuk mengikat patogen diudara (seperti mikroba dan iritan).⁶ Fungsi normal dari NMC membutuhkan frekuensi tinggi, koordinasi, *directional ciliary beating* (gelombang metakronal) serta sekresi lendir yang baik pada permukaan saluran napas, serta faktor anatomi seperti aliran udara hidung dan faktor biokimia, seperti komposisi mucus. Frekuensi denyut silia (CBF) terbukti menjadi penentu utama efisiensi NMC.⁷

Beberapa faktor lain seperti penuaan, suhu tubuh, obat-obatan (asetilkolin, kortikosteroid, obat intranasal), kondisi patologis seperti rhinitis alergi dan faktor lingkungan seperti adanya polutan, asap dan debu dapat mempengaruhi sistem NMC. Setiap disfungsi dalam sistem pertahanan ini dapat meningkatkan proses

inflamasi dan statis patogen di udara, dan sistem pernafasan menjadi rentan terhadap penyakit dan infeksi saluran napas obstruktif.⁷

Sistem organ sinonasal yang terpapar penjejas dapat memicu terjadinya inflamasi. Gangguan fungsional dalam mitokondria sel paru-paru manusia terjadi oleh karena induksi polutan, sehingga dapat berpengaruh penting dalam metabolisme energi dan terjadinya stres oksidatif. Pada studi terkini didapatkan bahwa selain efek perifer, paparan PM berdampak buruk pada sistem saraf pusat. Rute masuknya polutan ke otak telah menjadi subyek penyelidikan intensif. Selain memasuki otak dari aliran darah, telah ditemukan bahwa translokasi partikel polutan kecil yang dihirup ke otak dapat terjadi melalui sistem penciuman. Sistem olfaktorius mengirimkan bau ke bulbus olfaktorius melalui saraf olfaktorius. Gangguan fungsi penciuman adalah tanda awal yang umum dari penyakit *neurodegenerative*.⁶

Respon inflamasi terhadap paparan PM secara akut terutama ditandai dengan peningkatan sekresi IL-6. *Partikulate matter* juga dapat menginduksi ekspresi sitokin inflamasi GM-CSF, IL-13, eotaxin dan IL-8 sehingga berkontribusi pada respon inflamasi.⁶ Pada studi lain juga didapatkan bahwa saat terpapar polutan udara seperti VOC dan PAH, mukosa sinonasal meningkatkan produksi interleukin IL-2, IL-4, IL-6, IL-10, IL-13, dan INF γ . Peningkatan konsentrasi CO (340 g / m³) terjadi dalam 6-11 jam dan NO₂ (15,9 g / m³) dalam 0 jam - 24 memiliki hubungan yang erat dalam terjadinya peningkatan kadar IL-6 plasma.⁵

Sistem imun sinonasal berperan penting dalam menjalankan fungsi pertahanan perlindungan host dan homeostasis imun antara mikrobiota komensal dan patogen yang menyerang. Sistem imun sinonasal terdiri dari imun bawaan dan adaptif. Sistem imun sinonasal memainkan peran sentral dalam induksi respon imun mukosa, termasuk pembentukan limfosit terpolarisasi Th1 dan Th2, dan Sel B yang terikat IgA. Sel bersilia dan sel goblet epitel hidung bersama dengan elemen seluler lainnya, seperti sel dendritik, makrofag, membentuk gerbang unik yang terlibat dalam induksi lokal dan respons sistemik terhadap berbagai patogen dan allergen, sehingga imunitas intranasal mampu mengaktifkan kekebalan protektif spesifik antigen di kompartemen imun mukosa dan sistemik. Pada penelitian sebelumnya, menyatakan bahwa kadar IgA meningkat pada infeksi akut dan inflamasi.⁸

Komponen utama sistem imun yang bekerja pada daerah mukosa adalah immunoglobulin A (IgA), merupakan immunoglobulin predominan pada mukosa. Setelah fase pembentukan dimer immunoglobulin A, kemudian diikat oleh komponen sekretori seperti saliva, dan mukus untuk membentuk sekretori IgA (S-IgA). Sekretori IgA ini dapat menghambat enzim dan memperlambat kolonisasi bakteri pada permukaan mukosa. Alergi yang disebabkan oleh udara, debu maupun mikroba yang masuk dalam sistem pernapasan dapat ditandai dengan adanya peningkatan sekresi IL-6. Interleukin 6 berperan dalam pengembangan antibodi IgA. Semakin rendahnya kadar IL-6 dalam sel maka kadar IgA meningkat sehingga dapat menekan produksi sitokin pro-inflamasi seperti TNF α dan IL-6 dari monosit yang distimulasi LPS. Namun sebuah penelitian

menyatakan bahwa IL-6 memiliki sistem on-off yang berfungsi spesifik dalam mengendalikan inflamasi.⁹

Pemeriksaan IgA lebih efektif pada saluran napas bagian atas dengan menggunakan sampel cuci hidung (*Nasal wash*), sedangkan IgG lebih efektif pada saluran napas bagian bawah dengan pemeriksaan serum. Teknik pengambilan sampel cuci hidung (*Nasal wash*) dapat menjadi indikator komposisi IgA hidung sehingga dapat berkontribusi sebagai indikator perlindungan kondisi terhadap sistem pernafasan atas.¹⁰

Risiko terbesar untuk penyakit menular di mode transportasi umum seperti bus adalah orang duduk atau berdiri berdekatan di lingkungan tertutup. Kendaraan ini dapat menjadi sumber polutan dan mikroorganisme yang signifikan ketika penumpang tidak menutup mulut saat batuk dan bersin.¹¹ Studi literatur sebelumnya juga menyebutkan tentang paparan ditempat-tempat yang berpotensi ramai, seperti transportasi umum didapatkan hasil yang signifikan dapat meningkatkan risiko tertular infeksi pernapasan akut.¹²

Konsep tentang *Biosmart dan safe bus* diartikan bahwa bus sebagai transportasi publik memberikan pelayanan bagi penumpang yang mengadopsi konsep adaptasi kebiasaan baru dalam upaya pencegahan penyebaran penyakit akibat jejas inflamasi.¹³ Konsep *Biosmart dan safe bus* menerapkan prinsip bahwa kompartemen/bagian bus yang merupakan sebuah lingkungan biologis harus dalam keadaan yang seimbang sesuai konsep segitiga penyakit yang dipengaruhi *Host* dalam hal ini adalah penumpang, *Agent* penyebab infeksi yaitu virus dan *Environment* yaitu ruangan yang ada dalam kabin bus.¹⁴

Alat transportasi darat dalam hal ini bus yang menerapkan konsep *Biosmart* adalah sebuah upaya rekayasa dengan mengatur jarak kursi antara penumpang satu dengan yang lain yang bertujuan untuk upaya menjaga jarak/*Physical Distancing*, sirkulasi udara yang diatur membentuk aliran udara laminar, penerapan teknologi HEPA Filter, lampu UV-C dan penggunaan *Nano silver technology* pada seluruh permukaan kabin *Biosmart and safe bus* dan konsep *Safe* diartikan bahwa setiap penumpang menggunakan masker herbal *Acchadana* untuk meningkatkan keamanan.^{13,14}

Konsep *Biosmart and safe bus* bertujuan untuk meminimalkan resiko dari penjejas(*agent*) dilingkungan/kabin bus yang bentuknya tertutup merupakan sebagai resiko paparan penjejas didalam sebuah komponen dari bus.¹⁴ Kompartemen bus yang tertutup menyebabkan risiko paparan penjejas, dapat berupa mikroorganisme patogen atau senyawa toksik yang dihasilkan karena paparan polusi terhadap sistem organ respirasi yang merupakan sistem organ pertama yang berhadapan langsung dengan lingkungan.^{14,15}

Sejauh dari pencarian peneliti masih sedikit literatur yang membahas terkait respon imun pada penumpang bus khususnya mengenai kadar IgA dan IL-6. Pada penelitian sebelumnya tentang kadar IgA dan IL-6 pada pemakaian masker herbal dan masker medis didapatkan hasil yang signifikan dalam menaikan kadar IgA sedangkan kadar IL-6 mengalami penurunan pada pemakaian masker herbal dan masker medis pada penumpang *Biosmart and safe bus*.⁹ Penelitian sebelumnya juga belum dilakukan pembuktian tentang keefektifan pemakaian *Biosmart and safe bus* sebagai alat transportasi dalam menjaga sistem

imun jika dibandingkan dengan penggunaan bus reguler. Sehingga peneliti merasa perlu untuk melakukan penelitian lebih lanjut dalam membuktikan apakah terdapat perbedaan perubahan sistem imun humoral dan imun selular selama perjalanan pada penumpang bus *Biosmart and safe bus* dan penumpang bus reguler, dengan melakukan pemeriksaan kadar IgA dan kadar IL-6 dengan *nasal wash*.

1.2 Rumusan Masalah

Dari pemaparan diatas maka dapat ditarik pemasalahan yaitu :

Bagaimana perbedaan kadar IgA dan IL-6 penumpang *Biosmart and safe bus* dan bus reguler?

1.3 Tujuan Penelitian

A. Tujuan Umum

Menganalisis perbedaan kadar IgA dan IL-6 penumpang *Biosmart and safe bus* dan penumpang bus reguler.

B. Tujuan Khusus

1. Menganalisis perbedaan kadar IgA antara sebelum dan sesudah perjalanan pada penumpang bus reguler dan *Biosmart and safe bus*.
2. Menganalisis perbedaan kadar IL-6 antara sebelum dan sesudah perjalanan pada penumpang bus reguler dan *Biosmart and safe bus*.
3. Menganalisis perbedaan peningkatan selisih kadar IgA antara penumpang bus reguler dan *Biosmart and safe bus*.
4. Menganalisis perbedaan peningkatan selisih kadar IgA antara penumpang bus reguler dan *Biosmart and safe bus*.

1.4 Manfaat Penelitian

A. Manfaat Teoritis

Mengetahui respon imun yang terjadi pada penumpang *Biosmart and safe bus* dan bus reguler.

B. Manfaat Praktis

1. Bagi Peneliti

Membentuk pemahaman tentang konsep respon imun dan jejas inflamasi pada jalan nafas atas.

2. Bagi Masyarakat

Memberi alternatif dalam transportasi yang aman dan sehat yang digunakan oleh penumpang bus.

3. Bagi Dunia Usaha

Memberikan peluang usaha dalam industri transportasi terutama transportasi darat yaitu bus

4. Bagi Almamater

Hasil penelitian ini diharapkan menjadi tambahan referensi yang berhubungan dengan topik jejas inflamasi dan respon imun.

1.5 Keaslian Penelitian

Tabel 1. Keaslian Penelitian

Penulis	Judul	Hasil
Rahajeng H, ⁹ 2021 <i>Journal of Biology-Life Science</i>	Perbedaan Kadar IgA dan IL-6 Pada Penumpang “Biosmart and Safety Bus” pada Memakai Masker Herbal dan Masker Medis	Peningkatan kadar IgA setelah pemakaian masker medis dan masker herbal sementara kadar IL-6 mengalami penurunan setelah pemakaian masker medis dan masker herbal
Prasetyo A, ⁵ 2019 <i>Journal Advances in preventive medicine</i>	<i>Nephrolepis exaltata</i> herbal mask increases nasal IgA levels and pulmonary function in textile factory workers	Masker Herbal <i>Nephrolepis exaltata</i> lebih baik dalam meningkatkan kadar IgA dan memperbaiki fungsi paru karyawan pabrik tekstil di banding masker regular.
William G, ¹⁶ 2019 <i>Journal of Occupational and Environmental Hygiene</i>	Efficacy of an ambulance ventilation system in reducing EMS worker exposure to airborne particles from a patient cough aerosol simulator	Sistem Ventilasi satu arah pada Ambulance menurunkan resiko paparan virus terhadap petugas medis.

Perbedaan penelitian ini adalah kelompok subjek yang berbeda, penelitian sebelumnya membandingkan penelitian tentang masker herbal dan masker medis pada penumpang yang menaiki *Biosmart and safe bus*, sedangkan pada penelitian ini membandingkan kelompok perlakuan yang menaiki *Biosmart and Safe Bus* dan kelompok kontrol yang menaiki bus regular.