

# POLUSI UDARA DAN DAMPAKNYA TERHADAP ALERGI SALURAN NAFAS

dr. Rashmeeta,  
Rr. Adelia Christine Arianto Secadiningrat, S.Ked,  
Dr. dr. Stevent Sumantri, DAA, SpPD, K-AI,  
dr. Euphemia Seto, SpPD

Polusi udara, yang ditandai dengan adanya polutan seperti *sulfur dioxide* (SO<sub>2</sub>), *particulate matter* (PM), *nitrogen oxides* (NOX), dan ozon (O<sub>3</sub>), merupakan ancaman yang signifikan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia. Sebagian besar polutan ini berasal dari aktivitas manusia dalam skala besar, terutama mesin industri, pembangkit listrik, mesin pembakaran, dan mobil, yang menyumbang hingga 80% tingkat polusi saat ini. Selain itu, pekerjaan dalam skala yang lebih kecil seperti teknik pengolahan lahan dan fenomena alam juga berkontribusi terhadap pencemaran lingkungan. Khususnya, polutan yang dihasilkan dari sumber-sumber ini dapat menimbulkan dampak yang luas, termasuk pembentukan hujan asam, pemanasan global, efek rumah kaca, dan perubahan iklim, yang semuanya mempunyai dampak ekologis yang signifikan.<sup>1</sup>

*Carbon monoxide* (CO) dan *nitrogen oxides* (NO dan NO<sub>2</sub>) menimbulkan ancaman signifikan terhadap kesehatan manusia sebagai polutan udara. CO, terutama yang

dihasilkan dari knalpot kendaraan dan proses industri, dapat menyebabkan keracunan dan efek buruk pada sistem pernapasan dan kardiovaskular. NO, yang sebagian besar berasal dari proses pembakaran seperti emisi lalu lintas, menyebabkan stres oksidatif dan berkontribusi terhadap penyakit pernapasan dan kardiovaskular. CO<sub>2</sub> adalah gas rumah kaca utama yang mempengaruhi perubahan iklim, yang pada gilirannya menurunkan kualitas udara dan memperburuk dampak kesehatan dari polutan lain seperti partikel dan ozon permukaan.<sup>1,2</sup>

Patofisiologi penyakit pernafasan dan alergi yang berhubungan dengan polusi udara melibatkan interaksi yang kompleks antara polutan lingkungan dan respon imun tubuh. Polutan menembus jauh ke dalam saluran pernafasan, mencapai bronkus dan alveoli, dimana mereka menyebabkan stres oksidatif dan peradangan. Stres oksidatif diakibatkan oleh produksi *reactive oxygen species* (ROS), yang menyebabkan respon inflamasi yang ditandai dengan pe-

lepasan sitokin dan kemokin pro-inflamasi, yang merekrut sel-sel imun ke lokasi cedera. Proses ini dapat mengakibatkan *remodelling* saluran napas, yang ditandai dengan fibrosis, hipertrofi otot polos, dan hipersekresi mukus, yang merupakan ciri khas penyakit pernapasan kronis seperti asma dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).<sup>3,4</sup>

Selain itu, polutan seperti O<sub>3</sub> dan partikel knalpot diesel dapat memodifikasi protein permukaan aeroalergen seperti serbuk sari dan spora jamur, sehingga meningkatkan potensinya untuk memicu respons imun. Alergen yang dimodifikasi ini akan menyebabkan respon berlebihan pada individu yang tersensitisasi. Respon ini dimediasi oleh antibodi IgE, yang berikatan dengan alergen dan memicu pelepasan histamin dan mediator inflamasi lainnya dari sel mast dan basofil. Proses ini mengakibatkan manifestasi alergi pernafasan, termasuk bronkokonstriksi, peningkatan produksi mukus, dan hiperreaktivitas saluran pernafasan.<sup>3,4</sup>

Anak-anak merupakan populasi yang paling rentan terhadap polusi



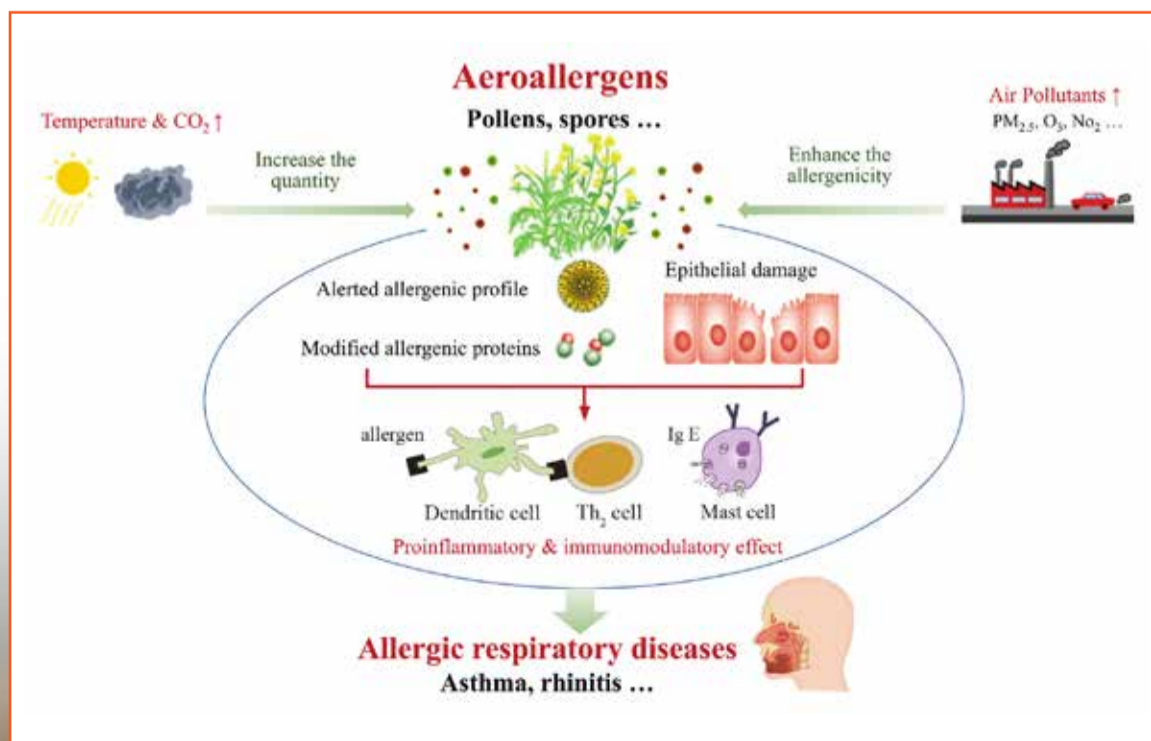
udara karena beberapa faktor biologis dan lingkungan. Paparan polutan pada masa prenatal dan perinatal dikaitkan dengan risiko gejala pernapasan dan asma yang lebih tinggi. Paparan polusi udara dan panas selama kehamilan dapat menyebabkan kelahiran prematur, yang merupakan faktor risiko terjadinya asma pada usia prasekolah. Setelah lahir, paru dan otak anak lebih rentan terhadap kerusakan akibat polutan. Paparan dini terhadap alergen dan polutan dapat menyebabkan perubahan jangka panjang pada struktur dan fungsi paru.<sup>3,5</sup>

Berdasarkan data oleh *Air Quality Index* (AQI), konsentrasi rata-rata PM<sub>2.5</sub> di Indonesia pada tahun 2023, 7,4 kali nilai pedoman kualitas udara tahunan WHO dimana Tangerang merupakan kota yang memiliki banyak polusi. Polusi udara yang tinggi akan menyebabkan penyakit pernapasan. Rata-rata orang Indonesia dapat kehilangan 1,2 tahun harapan hidup pada tingkat polusi saat ini, menurut *Air Quality Life Index* (AQLI), karena kualitas udara tidak memenuhi pedoman WHO. Penduduk kota Jakarta, misalnya, dapat kehilangan 2,3 tahun harapan hidup jika tingkat polusi tahun 2016 terus berlanjut seumur hidup mereka. Kehilangan harapan hidup di beberapa daerah lebih dari 4 tahun.<sup>6</sup>

Upaya untuk mengurangi polusi udara harus menjadi prioritas utama bagi pemerintah dan masyarakat, dimana hal ini dapat dilakukan dengan meningkatkan penggunaan energi terbarukan, mengurangi emisi dari kendaraan bermotor, dan mengadopsi teknologi yang lebih bersih dalam industri. Selain itu, kesadaran dan edukasi masyarakat mengenai bahaya polusi udara serta cara-cara untuk mengurangi paparan juga sangat penting. Melalui kolaborasi antara pemerintah, sektor swasta, dan masyarakat, dapat diciptakan lingkungan yang lebih bersih dan sehat untuk generasi mendatang. Dengan tindakan yang tepat, kita dapat mengurangi dampak buruk polusi udara terhadap kesehatan dan meningkatkan kualitas hidup secara keseluruhan. MD

#### Daftar Pustaka

- Maniatis I, Stavropoulou E, Stavropoulos A, Bezirtzoglou E. Environmental and Health Impacts of Air Pollution: A Review. *Front Public Health*. 2020;8:14.
- Manescu C, Mateoc-Sirb T, Vass H, Mateoc-Sirb N. Studies on The Effects of Air Pollution of Human Health. In 2022. p. 415–22.
- Deng SZ, Jalaludin BB, Antó JM, Hess JJ, Huang CR. Climate change, air pollution, and allergic respiratory diseases: a call to action for health professionals. *Chin Med J (Engl)*. 2020 Jul 5;133(13):1552–60.
- Pawankar R. Climate change, air pollution, and biodiversity in Asia Pacific: impact on allergic diseases. *Asia Pac Allergy*. 2019 Apr;9(2):e11.
- Endaryanto A, Darma A, Sundjaya T, Masita BM, Basrowi RW. The Notorious Triumvirate in Pediatric Health: Air Pollution, Respiratory Allergy, and Infection. *Children*. 2023 Jun 15;10(6):1067.
- Greenstone M, Fan (Claire) Q. Indonesia's Worsening Air Quality and its Impact on Life Expectancy. *Air Quality Life Index*; 2019.



Gambar. Mekanisme Aeroalergen Meningkatkan Risiko Penyakit Pernafasan Alergi<sup>3</sup>