



## Kajian Literatur tentang Dampak Paparan Debu Industri terhadap Gangguan Sistem Pernapasan Pekerja

Sekar Giovany Afif Nababan<sup>1</sup>, Izmi Raditya Putri<sup>2</sup>, Nurul Hidayah<sup>3</sup>, Abdurrozzaq Hasibuan<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kesehatan Masyarakat,  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan

Email: [giovanyafif@gmail.com](mailto:giovanyafif@gmail.com)<sup>1</sup>, [izmiradityaputri6@gmail.com](mailto:izmiradityaputri6@gmail.com)<sup>2</sup>, [nrlhidayah145@gmail.com](mailto:nrlhidayah145@gmail.com)<sup>3</sup>,  
[opick68@gmail.com](mailto:opick68@gmail.com)<sup>4</sup>

### Article Info

#### Article history:

Received April 02, 2026  
Revised April 16, 2026  
Accepted April 22, 2026

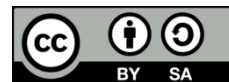
#### Keywords:

Industrial Dust, Respiratory Disorders, Workers, Occupational Health

### ABSTRACT

*One of the primary risk factors that can cause respiratory problems in workers is exposure to industrial dust, particularly because dust particles can enter the alveoli of the lungs. This study investigates how exposure to industrial dust affects workers' respiratory health. The method used was a review of the latest scientific literature on relevant articles. The review indicates that dust exposure exceeding threshold limits is associated with a higher incidence of respiratory disorders, such as chronic obstructive pulmonary disease and reduced lung function. The level of risk is also influenced by personal variables such as working hours, smoking habits, and the use of personal protective equipment. In conclusion, workplace environmental control and increased use of personal protective equipment are necessary because exposure to industrial dust affects workers' respiratory health.*

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



### Article Info

#### Article history:

Received April 02, 2026  
Revised April 16, 2026  
Accepted April 22, 2026

#### Keywords:

Debu Industri, Gangguan Pernapasan, Pekerja, Kesehatan Kerja

### ABSTRACT

Salah satu faktor risiko utama yang dapat menyebabkan masalah pernapasan pada pekerja adalah paparan debu industri, terutama karena partikel debu yang dapat masuk ke alveoli paru-paru. Studi ini menyelidiki bagaimana paparan debu industri berdampak pada gangguan pernapasan pekerja. Metode yang digunakan adalah penelitian literatur terkini tentang artikel ilmiah yang relevan. Kajian menunjukkan bahwa paparan debu yang melebihi ambang batas terkait dengan lebih banyak kasus gangguan pernapasan, seperti penyakit paru obstruktif kronis dan penurunan fungsi paru. Tingkat risiko juga dipengaruhi oleh variabel pribadi seperti waktu kerja, kebiasaan merokok, dan penggunaan alat pelindung diri. Kesimpulannya, pengendalian lingkungan kerja dan peningkatan penggunaan alat pelindung diri diperlukan karena paparan debu industri memengaruhi kesehatan pernapasan pekerja.

*This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.*



### Corresponding Author:

Sekar Giovany Afif Nababan  
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara Medan  
Email: [giovanyafif@gmail.com](mailto:giovanyafif@gmail.com)



## **PENDAHULUAN**

Paparan debu di lingkungan industri masih menjadi salah satu permasalahan penting dalam kesehatan kerja yang banyak dijumpai di berbagai sektor, seperti pertambangan, konstruksi, dan manufaktur. Debu industri terdiri atas partikel-partikel padat berukuran sangat kecil yang dapat terhirup dan masuk ke dalam saluran pernapasan, khususnya partikel respirabel yang mampu mencapai bagian alveoli paru-paru. Jika paparan ini terjadi secara terus-menerus, maka dapat menimbulkan berbagai gangguan pada sistem pernapasan pekerja, baik dalam jangka pendek maupun jangka panjang (Damayanti et al., 2023).

Gangguan pada sistem pernapasan akibat paparan debu industri menjadi isu yang sangat penting karena dapat berdampak pada penurunan produktivitas kerja serta meningkatkan kemungkinan terjadinya penyakit kronis, seperti Penyakit Paru Obstruktif Kronis dan Fibrosis Paru. Sejumlah penelitian mengungkapkan bahwa pekerja yang terpapar debu dengan kadar melebihi nilai ambang batas (NAB) memiliki risiko lebih besar mengalami penurunan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang tidak terpapar (Pratiwi & T.A., 2024). Di samping itu, angka kejadian gangguan pernapasan pada pekerja industri masih relatif tinggi, khususnya pada lingkungan kerja yang memiliki sistem pengendalian debu yang belum optimal (Susanto et al., 2024).

Karakteristik individu karyawan, seperti usia, masa kerja, kebiasaan merokok, dan kepatuhan terhadap penggunaan alat pelindung diri (APD), adalah komponen tambahan yang dapat mempengaruhi intensitas gangguan pernapasan. Risiko terkena penyakit pernapasan dapat meningkat jika faktor lingkungan dan faktor individu tersebut digabungkan (Oktafiani & Darnoto, 2026). Oleh karena itu, untuk menjaga kesehatan kerja, pengendalian paparan debu dan peningkatan kesadaran pekerja adalah penting untuk pencegahan.

Berdasarkan latar belakang tersebut, diperlukan kajian literatur yang komprehensif untuk menganalisis dampak paparan debu industri terhadap gangguan sistem pernapasan pekerja. Kajian ini diharapkan dapat memberikan gambaran ilmiah yang dapat digunakan sebagai dasar dalam upaya pencegahan dan pengendalian risiko kesehatan di lingkungan kerja.

## **TINJAUAN PUSTAKA**

### **1) Debu Industri**

Debu industri adalah partikel padat berukuran sangat kecil yang dihasilkan dari berbagai aktivitas produksi, seperti proses penggilingan, pemotongan, maupun pembakaran bahan. Berdasarkan ukuran partikelnya, debu dibedakan menjadi debu total dan debu respirabel. Debu respirabel merupakan partikel dengan ukuran kurang dari 10 mikrometer (PM10) yang dapat terhirup hingga mencapai saluran pernapasan bagian bawah, termasuk alveoli paru-paru (Damayanti et al., 2023).

Paparan debu di tempat kerja umumnya dinilai melalui pengukuran konsentrasi partikel di udara, kemudian dibandingkan dengan nilai ambang batas (NAB) yang berlaku. Apabila kadar debu melebihi NAB, maka hal tersebut berisiko menimbulkan dampak kesehatan, terutama gangguan pada sistem pernapasan pekerja (Susanto et al., 2024).



## 2) Sistem Pernapasan dan Mekanisme Gangguan

Sistem pernapasan manusia terbagi menjadi saluran pernapasan bagian atas dan bawah yang berperan dalam proses pertukaran gas. Debu yang terhirup akan mengalami deposisi di berbagai bagian saluran pernapasan, tergantung pada ukuran partikelnya. Partikel dengan ukuran lebih besar umumnya akan tertahan di hidung dan saluran pernapasan atas, sedangkan partikel yang lebih kecil mampu masuk hingga ke bronkiolus dan alveoli (Pratiwi & T.A., 2024).

Paparan debu yang terjadi secara terus-menerus dapat menimbulkan iritasi, peradangan, serta akumulasi partikel di dalam paru-paru. Keadaan ini berpotensi menyebabkan berbagai gangguan, seperti bronkitis, asma akibat kerja, hingga Penyakit Paru Obstruktif Kronis. Dalam jangka panjang, paparan debu juga dapat memicu terjadinya Fibrosis Paru yang bersifat permanen (Damayanti et al., 2023).

## 3) Dampak Paparan Debu terhadap Kesehatan Pekerja

Sejumlah penelitian menunjukkan bahwa paparan debu industri berkaitan erat dengan penurunan fungsi paru pada pekerja. Gejala yang umum dialami antara lain batuk kronis, sesak napas, serta menurunnya kapasitas vital paru. Tingkat keparahan gangguan tersebut umumnya dipengaruhi oleh besarnya paparan serta lamanya pekerja terpapar debu (Susanto et al., 2024).

Selain itu, paparan debu juga diketahui dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit pernapasan kronis, terutama pada pekerja dengan masa kerja yang lebih lama. Penelitian terbaru mengungkapkan bahwa pekerja yang terpapar debu dalam kadar tinggi memiliki prevalensi gangguan pernapasan yang lebih besar dibandingkan dengan kelompok yang tidak terpapar atau memiliki paparan lebih rendah (Oktafiani & Darnoto, 2026).

## 4) Faktor Risiko yang Mempengaruhi

Faktor risiko terjadinya gangguan pernapasan akibat paparan debu tidak hanya dipengaruhi oleh kondisi lingkungan kerja, tetapi juga oleh karakteristik individu pekerja. Faktor lingkungan mencakup kadar atau konsentrasi debu, jenis partikel debu, serta kondisi ventilasi di tempat kerja. Di sisi lain, faktor individu meliputi usia, jenis kelamin, lama masa kerja, kebiasaan merokok, serta tingkat kepatuhan dalam menggunakan alat pelindung diri (APD) (Pratiwi & T.A., 2024).

Penggunaan APD, khususnya masker respirator, telah terbukti mampu menekan jumlah partikel debu yang terhirup oleh pekerja. Meskipun demikian, tingkat efektivitasnya sangat dipengaruhi oleh kedisiplinan pekerja dalam menggunakannya serta ketepatan cara pemakaian (Susanto et al., 2024).

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan metode studi literatur (*literature review*) dengan pendekatan deskriptif. Sumber data yang digunakan berupa data sekunder yang diperoleh dari berbagai artikel ilmiah, jurnal nasional maupun internasional, serta publikasi lain yang relevan dengan topik mengenai dampak paparan debu industri terhadap gangguan sistem pernapasan pada pekerja.



Kriteria inklusi dalam penelitian ini mencakup artikel yang diterbitkan pada periode 2021–2026, membahas mengenai paparan debu industri serta gangguan pada sistem pernapasan, dan tersedia dalam bentuk teks lengkap. Adapun kriteria eksklusi meliputi artikel yang tidak sesuai dengan topik penelitian, tidak menyajikan data yang jelas, atau dipublikasikan sebelum tahun 2021.

Proses penelusuran literatur dilakukan melalui basis data ilmiah seperti Google Scholar dan PubMed dengan menggunakan kata kunci “debu industri”, “gangguan pernapasan”, “pekerja”, serta “occupational dust exposure”. Artikel yang diperoleh kemudian disaring melalui tahapan seleksi berdasarkan judul, abstrak, dan isi secara keseluruhan guna memastikan kesesuaiannya dengan tujuan penelitian.

Data yang telah terkumpul dianalisis secara kualitatif melalui proses perbandingan serta sintesis terhadap hasil penelitian dari berbagai sumber. Selanjutnya, hasil analisis tersebut disajikan secara deskriptif guna memberikan gambaran yang jelas mengenai dampak paparan debu industri terhadap gangguan sistem pernapasan pada pekerja.

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan hasil telaah dari berbagai artikel ilmiah periode 2021–2026, paparan debu industri diketahui memiliki kaitan yang kuat dengan terjadinya gangguan sistem pernapasan pada pekerja. Partikel debu respirabel berukuran  $\leq 10 \mu\text{m}$  (PM10) bahkan hingga  $\leq 2,5 \mu\text{m}$  (PM2.5) mampu mencapai alveoli paru, sehingga dapat menimbulkan penumpukan partikel yang memicu respons inflamasi kronis (Damayanti et al., 2023).

Proses tersebut menjadi salah satu penyebab utama terjadinya penurunan fungsi paru, yang umumnya ditandai dengan berkurangnya nilai FEV1 dan FVC pada pekerja yang terpapar.

### **1. Hubungan Paparan Debu dengan Gangguan Fungsi Paru**

Berbagai penelitian mengungkapkan adanya hubungan yang bermakna antara tingkat konsentrasi debu dengan penurunan fungsi paru pada pekerja. Paparan debu yang melampaui nilai ambang batas (NAB) secara terus-menerus terbukti meningkatkan risiko terjadinya gangguan pernapasan. Hasil studi juga menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar debu dalam kadar tinggi memiliki peluang sekitar dua hingga tiga kali lebih besar mengalami penurunan fungsi paru dibandingkan dengan pekerja yang terpapar dalam kadar lebih rendah (Pratiwi & T.A., 2024).

Selain itu, paparan debu dalam jangka panjang dapat menimbulkan perubahan struktural pada paru-paru, seperti penebalan dinding bronkus dan terbentuknya jaringan parut (fibrosis) yang bersifat permanen. Perubahan ini berpotensi berkembang menjadi Penyakit Paru Obstruktif Kronis (Susanto et al., 2024).



## 2. Prevalensi Gangguan Pernapasan pada Pekerja

Berikut ringkasan beberapa hasil penelitian terkait prevalensi gangguan pernapasan:

Peneliti	Tahun	Jenis Industri	Hasil Utama
Damayanti et al.	2023	Industri manufaktur	65% pekerja mengalami penurunan fungsi paru
Pratiwi & T.A.	2024	Industri kayu	2,5x risiko gangguan pernapasan pada paparan tinggi
Susanto et al.	2024	Industri semen	58% pekerja mengalami gejala respirasi kronis
Oktafiani & Darnoto	2026	Industri pertambangan	70–77% pekerja mengalami keluhan pernapasan

Tabel tersebut menunjukkan bahwa prevalensi gangguan pernapasan pada pekerja industri tergolong tinggi, terutama pada lingkungan kerja dengan paparan debu yang tidak terkendali. Hal ini mengindikasikan bahwa pengendalian paparan debu masih menjadi tantangan utama dalam kesehatan kerja.

## 3. Mekanisme Terjadinya Gangguan Pernapasan

Secara fisiologis, partikel debu yang terhirup akan mengalami proses deposisi di berbagai bagian saluran pernapasan sesuai dengan ukurannya. Partikel berukuran besar umumnya tertahan di saluran pernapasan bagian atas, sedangkan partikel yang lebih kecil dapat mencapai hingga alveoli. Akumulasi partikel di dalam paru-paru kemudian memicu berbagai respons yang berdampak pada fungsi pernapasan.

Adapun proses yang terjadi meliputi:

- Iritasi pada mukosa saluran pernapasan
- Terjadinya reaksi inflamasi kronis
- Peningkatan produksi mukus (lendir)
- Penurunan elastisitas paru

Proses tersebut dapat menimbulkan gejala klinis berupa batuk kronis, sesak napas, serta penurunan kapasitas paru (Damayanti et al., 2023). Jika paparan berlangsung dalam jangka panjang, kondisi ini berpotensi berkembang menjadi penyakit kronis seperti Penyakit Paru Obstruktif Kronis dan Fibrosis Paru.

## 4. Faktor Risiko yang Memperburuk Kondisi

Selain paparan debu, terdapat sejumlah faktor lain yang dapat memperburuk terjadinya gangguan pernapasan pada pekerja. Faktor-faktor tersebut berperan dalam meningkatkan risiko serta mempercepat penurunan fungsi paru.

Faktor-faktor yang memengaruhi antara lain:

- Masa kerja:** Semakin lama seseorang bekerja, semakin besar paparan kumulatif yang diterima
- Kebiasaan merokok:** Dapat mempercepat penurunan fungsi paru dan memperparah kondisi pernapasan
- Usia pekerja:** Fungsi paru secara alami menurun seiring bertambahnya usia



- d. **Penggunaan APD:** Ketidakpatuhan dalam menggunakan alat pelindung diri meningkatkan risiko paparan debu

Penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang tidak menggunakan masker memiliki risiko gangguan pernapasan yang jauh lebih tinggi dibandingkan dengan pekerja yang disiplin menggunakan APD (Pratiwi & T.A., 2024).

## 5. Upaya Pengendalian dan Pencegahan

Upaya untuk mengendalikan paparan debu di lingkungan kerja dapat dilakukan melalui beberapa pendekatan, baik secara teknis maupun non-teknis.

Adapun langkah-langkah pengendalian meliputi:

1. **Pengendalian teknis:** seperti penggunaan sistem ventilasi yang memadai dan alat penghisap debu (*dust collector*) untuk mengurangi konsentrasi partikel di udara
2. **Pengendalian administratif:** misalnya dengan mengatur atau membatasi durasi kerja agar paparan tidak berlangsung terlalu lama
3. **Penggunaan APD:** seperti masker respirator untuk melindungi pekerja dari paparan langsung

Meskipun berbagai upaya tersebut telah diterapkan, pelaksanaannya di lapangan masih belum optimal. Hal ini umumnya disebabkan oleh kurangnya pengawasan serta rendahnya tingkat kesadaran pekerja terhadap pentingnya perlindungan diri (Susanto et al., 2024).

Selain temuan dari berbagai jurnal nasional, paparan debu di lingkungan kerja juga menjadi perhatian serius lembaga kesehatan dan keselamatan kerja internasional, seperti World Health Organization. Organisasi tersebut menyatakan bahwa paparan partikel debu di tempat kerja merupakan salah satu penyebab utama penyakit pernapasan akibat kerja yang sebenarnya dapat dicegah melalui pengendalian lingkungan yang efektif (WHO, 2023). Lebih lanjut, *World Health Organization* menegaskan bahwa paparan jangka panjang terhadap partikel debu halus berpotensi menyebabkan gangguan fungsi paru yang bersifat kronis serta meningkatkan risiko kematian akibat penyakit pernapasan.

Sejalan dengan hal tersebut, *International Labour Organization* melaporkan bahwa jutaan pekerja di berbagai negara masih terpapar debu berbahaya setiap hari, khususnya pada sektor pertambangan, konstruksi, dan industri manufaktur. Organisasi tersebut juga menegaskan bahwa penyakit akibat kerja pada sistem pernapasan masih menjadi salah satu penyebab utama morbiditas pekerja secara global. Sebagian besar kasus tersebut sebenarnya dapat dicegah melalui penerapan sistem keselamatan dan kesehatan kerja yang efektif (ILO, 2024).

Dari aspek regulasi keselamatan kerja, *Occupational Safety and Health Administration* menetapkan nilai ambang batas atau *permissible exposure limit* (PEL) untuk berbagai jenis debu dan partikel yang terdapat di udara lingkungan kerja. Lembaga tersebut menegaskan bahwa paparan debu yang melebihi batas yang telah ditentukan dapat meningkatkan risiko terjadinya penyakit seperti Penyakit Paru Obstruktif Kronis, silikosis, serta gangguan pernapasan lainnya (OSHA, 2022). Standar ini menjadi salah satu acuan penting dalam upaya pengendalian paparan debu di lingkungan industri.

Di Indonesia, Kementerian Kesehatan Republik Indonesia menekankan pentingnya upaya pencegahan gangguan pernapasan akibat paparan debu melalui pengendalian faktor



risiko di lingkungan kerja, seperti pemantauan kualitas udara serta pelaksanaan pemeriksaan kesehatan secara berkala bagi pekerja (Kemenkes RI, 2022). Selain itu, Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia juga mengatur penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang mewajibkan perusahaan untuk menyediakan lingkungan kerja yang aman serta memastikan penggunaan alat pelindung diri (APD) oleh pekerja (Kemnaker RI, 2023).

Secara keseluruhan, hasil kajian dari lembaga internasional maupun nasional semakin memperkuat temuan penelitian sebelumnya bahwa paparan debu industri memberikan dampak yang signifikan terhadap gangguan sistem pernapasan pada pekerja. Oleh karena itu, diperlukan sinergi antara kebijakan, pengawasan, serta penerapan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di lingkungan kerja guna menekan risiko terjadinya penyakit akibat kerja.

Selain itu, penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. (2022) menemukan bahwa pekerja pada industri tekstil yang terpapar debu kapas memiliki angka kejadian gejala byssinosis yang relatif tinggi. Kondisi ini umumnya ditandai dengan munculnya sesak napas yang lebih sering dirasakan pada awal pekan kerja. Temuan tersebut menunjukkan bahwa karakteristik jenis debu tertentu juga dapat memengaruhi bentuk gangguan pernapasan yang dialami oleh pekerja, termasuk terjadinya *Byssinosis*.

Selanjutnya, Rahman et al. (2021) melaporkan bahwa paparan debu silika pada pekerja di sektor pertambangan secara signifikan meningkatkan risiko terjadinya silikosis. Penyakit ini bersifat tidak dapat dipulihkan (*irreversibel*) dan berkembang secara progresif, bahkan setelah paparan debu dihentikan. Temuan tersebut memperkuat bahwa tidak seluruh gangguan pernapasan akibat paparan debu dapat sembuh sepenuhnya, karena beberapa kondisi dapat bersifat menetap dan memburuk seiring waktu, termasuk Silikosis.

Penelitian yang dilakukan oleh Wulandari & Fitriani (2023) juga menunjukkan bahwa pekerja dengan tingkat paparan debu yang tinggi mengalami peningkatan kadar biomarker inflamasi, seperti CRP (C-reactive protein). Temuan ini mengindikasikan bahwa efek paparan debu tidak hanya berdampak pada organ paru, tetapi juga dapat memicu respons inflamasi secara sistemik di dalam tubuh.

Kemudian, Putra et al. (2025) menyampaikan bahwa penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak memenuhi standar, seperti masker biasa, kurang efektif dalam menyaring partikel halus seperti PM2.5. Temuan ini menegaskan pentingnya penggunaan respirator khusus pada lingkungan kerja dengan tingkat risiko paparan debu yang tinggi.

Selanjutnya, penelitian Lestari et al. (2026) menunjukkan bahwa intervensi berupa edukasi kesehatan serta pelatihan keselamatan dan kesehatan kerja (K3) yang dilakukan secara rutin mampu menurunkan angka kejadian gangguan pernapasan hingga 30% pada pekerja industri. Hal ini menunjukkan bahwa selain pengendalian secara teknis, pendekatan edukatif juga memiliki peran yang sangat penting dalam upaya pencegahan gangguan kesehatan akibat paparan debu.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan hasil kajian literatur, dapat disimpulkan bahwa paparan debu industri memiliki dampak signifikan terhadap gangguan sistem pernapasan pada pekerja. Partikel debu respirabel yang terhirup dapat mencapai alveoli dan memicu reaksi inflamasi yang berujung



pada penurunan fungsi paru. Paparan yang berlangsung dalam jangka panjang berpotensi menyebabkan penyakit pernapasan kronis seperti penyakit paru obstruktif kronis (PPOK), bronkitis, dan fibrosis paru.

Selain faktor lingkungan berupa konsentrasi debu, faktor individu seperti masa kerja, kebiasaan merokok, usia, serta kepatuhan dalam penggunaan alat pelindung diri juga berpengaruh terhadap tingkat keparahan gangguan pernapasan. Dengan demikian, gangguan sistem pernapasan pada pekerja industri merupakan masalah yang bersifat multifaktorial dan memerlukan penanganan yang komprehensif.

## **Saran**

### **1. Bagi Perusahaan/Industri**

Diharapkan dapat meningkatkan sistem pengendalian debu di lingkungan kerja, seperti penggunaan ventilasi yang baik dan alat pengendali debu (dust collector), serta memastikan kadar debu tidak melebihi nilai ambang batas.

### **2. Bagi Pekerja**

Pekerja diharapkan lebih disiplin dalam menggunakan alat pelindung diri (APD), terutama masker respirator, guna mengurangi risiko paparan debu.

### **3. Bagi Pemerintah**

Perlu dilakukan pengawasan yang lebih ketat terhadap penerapan standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di industri, serta penegakan regulasi terkait paparan debu.

### **4. Bagi Peneliti Selanjutnya**

Disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut dengan metode yang lebih komprehensif, seperti studi longitudinal atau pengukuran langsung fungsi paru, guna memperoleh data yang lebih akurat.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Damayanti, R., Putra, A. D., & Lestari, S. (2023). Dampak paparan debu industri terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja manufaktur. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 15(2), 85–92.

International Labour Organization. (2024). *Safety and health at the workplace: Preventing occupational respiratory diseases*. Geneva: ILO.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2022). *Pedoman kesehatan kerja: Pengendalian faktor risiko di tempat kerja*. Jakarta: Kemenkes RI.

Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. (2023). *Standar keselamatan dan kesehatan kerja (K3) di industri*. Jakarta: Kemnaker RI.

Lestari, N., Prabowo, H., & Yuliana, S. (2026). Pengaruh edukasi keselamatan kerja terhadap pencegahan gangguan pernapasan pada pekerja industri. *Jurnal Promosi Kesehatan*, 12(1), 15–22.



- Occupational Safety and Health Administration. (2022). *Permissible exposure limits for airborne contaminants*. Washington, DC: U.S. Department of Labor.
- Oktafiani, D., & Darnoto, S. (2026). Hubungan paparan debu dengan keluhan pernapasan pada pekerja pertambangan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(1), 45–53.
- Pratiwi, N., & T.A., R. (2024). Analisis faktor risiko gangguan pernapasan akibat paparan debu pada pekerja industri kayu. *Jurnal Kesehatan Kerja*, 12(3), 120–128.
- Putra, I. G., Santoso, B., & Dewi, K. (2025). Efektivitas penggunaan alat pelindung diri terhadap paparan debu respirabel di tempat kerja. *Jurnal K3 Nasional*, 7(1), 33–40.
- Rahman, F., Hidayat, T., & Akbar, M. (2021). Paparan debu silika dan risiko silikosis pada pekerja tambang. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 13(1), 45–52.
- Sari, D., Nugroho, A., & Putri, R. (2022). Hubungan paparan debu kapas dengan kejadian byssinosis pada pekerja industri tekstil. *Jurnal Kesehatan Kerja Indonesia*, 10(2), 85–92.
- Susanto, H., Wijaya, B., & Rahmawati, D. (2024). Paparan debu dan kejadian gangguan respirasi pada pekerja industri semen. *Jurnal Ilmu Kesehatan*, 16(1), 33–40.
- World Health Organization. (2023). *Occupational exposure to dust and respiratory health risks*. Geneva: WHO.
- Wulandari, S., & Fitriani, L. (2023). Pengaruh paparan debu terhadap peningkatan biomarker inflamasi pada pekerja industri. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 18(3), 210–218.