

Penyakit Paru Akibat Kerja: Kajian Literatur Tentang Jenis, Diagnostik, Dan Strategi Penanggulangan

Occupational Lung Diseases: A Literature Review on Causes, Impact, And Prevention Strategies

Debora Tindaon¹, Dian Mutiasari², Ravenalla Abdurrahman Al Hakim Sampurna Putra²

¹ Program Studi Profesi Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Tunjung Nyaho Jalan Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia, Tlp. 082273931891, *e-mail: deboratindaon5@gmail.com

² Departemen Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Kedokteran, Universitas Palangka Raya, Kampus UPR Tunjung Nyaho Jalan Hendrik Timang, Palangka Raya, Kalimantan Tengah, Indonesia

Abstrak. Penyakit paru akibat kerja merupakan gangguan atau kerusakan pada paru-paru yang disebabkan oleh paparan debu, uap, atau gas berbahaya di lingkungan kerja. Penyakit ini meliputi berbagai kondisi seperti pneumokoniosis, silikosis, asbestosis, bisinosis, dan asma akibat kerja yang memiliki dampak serius terhadap kesehatan pekerja. Di negara berkembang, termasuk Indonesia, kasus penyakit paru akibat kerja masih tinggi dan seringkali sulit didiagnosis karena gejalanya mirip dengan penyakit paru lain. Tujuan untuk mengetahui faktor risiko, mekanisme timbulnya penyakit paru akibat kerja, serta upaya pencegahan yang dapat dilakukan. Tinjauan pustaka dari berbagai studi dan data epidemiologi terkait. Menunjukkan bahwa paparan debu mineral, bahan kimia, dan mikroorganisme di tempat kerja merupakan faktor utama penyebab penyakit paru kerja, dengan masa kerja yang lebih lama meningkatkan risiko gangguan fungsi paru. Pencegahan melalui pengendalian paparan dan pemeriksaan kesehatan berkala sangat penting untuk mengurangi beban penyakit ini. Peningkatan kesadaran dan implementasi protokol keselamatan kerja dapat menurunkan prevalensi penyakit paru akibat kerja di kalangan pekerja.

Kata kunci: Penyakit paru, faktor risiko, pekerja

Abstract. Occupational lung diseases are disorders or damage to the lungs caused by exposure to harmful dusts, vapors or gases in the work environment. These diseases include conditions such as pneumoconiosis, silicosis, asbestosis, biconosis and occupational asthma that have a serious impact on workers' health. In developing countries, including Indonesia, the incidence of occupational lung diseases is still high and often difficult to diagnose because the symptoms are similar to other lung diseases. Objective to determine the risk factors, mechanism of onset of occupational lung diseases, and preventive measures that can be taken. Literature review of relevant studies and epidemiologic data. It was shown that exposure to mineral dust, chemicals and microorganisms in the workplace are the main factors causing occupational lung disease, with longer working periods increasing the risk of impaired lung function. Prevention through exposure control and periodic medical check-ups is essential to reduce the burden of these diseases. Increased awareness and implementation of occupational safety protocols can reduce the prevalence of occupational lung disease among workers.

Keywords: Lung disease, risk factors, workers

PENDAHULUAN

Penyakit paru akibat kerja merupakan salah satu masalah kesehatan yang signifikan di lingkungan kerja, khususnya pada sektor industri dan pertambangan. Penyakit ini disebabkan oleh paparan jangka panjang terhadap berbagai bahan berbahaya seperti debu, gas, uap, dan partikel kimia yang terhirup oleh pekerja. Paparan tersebut dapat menimbulkan gangguan fungsi paru mengakibatkan penurunan kapasitas respirasi dan kualitas hidup pekerja.^{1,2}

Menurut Kumayas (2022) penyakit paru akibat kerja umumnya berkembang setelah masa inkubasi yang cukup lama, biasanya minimal lima tahun, dan seringkali tidak terdeteksi pada tahap awal karena gejalanya yang mirip dengan penyakit pernapasan lain.¹ Paparan debu silika bebas merupakan penyebab utama penyakit pneumokoniosis, yang merupakan penyakit paru kronis paling umum pada pekerja tambang dan pabrik semen.^{1,3} Selain itu, paparan bahan kimia seperti hidrokarbon dan insektisida juga dapat menyebabkan asma kerja dan penyakit paru obstruktif kronik (PPOK).²

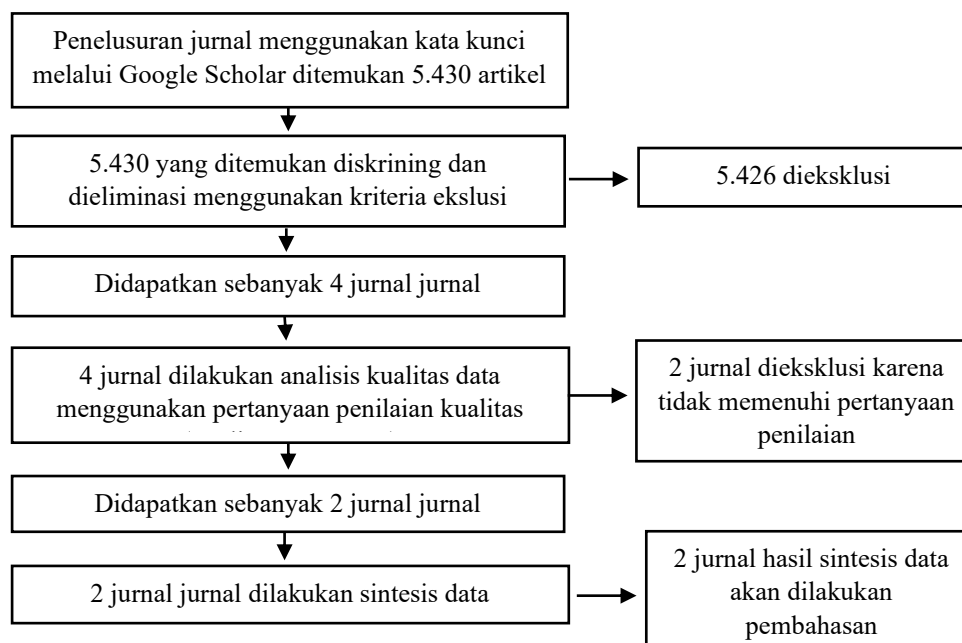
Penelitian yang dilakukan oleh Setyowati (2024) menunjukkan bahwa paparan debu di lingkungan kerja meningkatkan risiko gangguan fungsi paru sebesar 2,09 kali dibandingkan dengan pekerja yang tidak terpapar debu.⁴ Faktor risiko lain yang memperberat kondisi ini adalah lama masa kerja, usia pekerja, dan kebiasaan merokok.^{1,4} Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai pengendalian dalam lingkungan kerja, penggunaan alat pelindung diri, serta surveilans kesehatan secara berkala yang nantinya akan menjadi langkah penting dalam pencegahan dan pengelolaan penyakit paru akibat kerja.^{1,2}

METODE

Metode penelitian yang digunakan untuk pengumpulan literatur adalah pencarian internet melalui database elektronik, yaitu Google scholar dengan menggunakan kata kunci untuk jurnal nasional berbahasa Indonesia adalah



penyakit paru; Akibat kerja; dan manajemen. Kata kunci untuk jurnal internasional berbahasa inggris adalah lung disease; occupational; and management. Rentang waktu publikasi yang diatur maksimal 5 tahun (2020-2025). Hasil penelusurankata kunci ditemukan 5.340 jurnal nasional. Penyusunan dan pencarian jurnal skrining dan dieliminasi menggunakan kriteria inklusi dan eksklusi kriterianya sebagai berikut. Kriteria inklusi yaitu jurnal dan artikel berbahasa Indonesia dan atau bahasa Inggris, jurnal dan artikel membahas tentang penyakit paru akibat kerja, rentang waktu jurnal tahun 2020-2025. Kriteria eksklusi jurnal dan artikel yang menyimpang dari topik yang diminati, jurnal dan artikel tidak lengkap, hanya berisi abstrak, dan lain-lain, rentang waktu jurnal dibawah tahun 2020, jurnal dan artikel yang berbayar.



Gambar 1. Pengumpulan literatur

Pada analisis kualitas data, artikel yang ditemukan oleh peneliti akan dievaluasi berdasarkan kriteria penilaian kualitas data, sebagai berikut:

- Q1. Apakah jurnal dan artikel berbahasa Indonesia dan atau bahasa Inggris?
- Q2. Apakah jurnal dan artikel membahas tentang penyakit paru akibat kerja?
- Q3. Apakah jurnal dan artikel menggunakan pekerja industri atau pertambangan yang terpapar penyakit paru sebagai subjek?
- Q4. Apakah jurnal dan artikel yang digunakan menggunakan metode studi deskriptif kuantitatif atau kualitatif?
- Q5. Apakah rentang waktu jurnal tahun 2020-2025?

Setelah ditemukan materi literatur, kemudian dianalisis kualitas datanya dengan setiap pertanyaan dijawab dengan sebagai berikut:

1. Ya (Y), dalam hal literatur yang memuat kriteria pertanyaan yang diajukan.
2. Tidak (T), untuk literatur yang tidak memuat kriteria dalam pertanyaan.

Hasil dari masing-masing jurnal kemudian akan diberikan tanda sebagai berikut:

- ✓ : Jurnal yang memenuhi pertanyaan penilaian kualitas (Quality Assessment) data dan akan digunakan pada sintesis data.
- ❖ : Jurnal yang tidak memenuhi pertanyaan penilaian kualitas (Quality Assessment) data dan tidak digunakan pada sintesis data.

Tabel 1. Analisis Kualitas Data

No	Penulis	Judul	Tahun	Q1	Q2	Q3	Q4	Q5	Hasil
1	Elanda F, Davina RD Lela J	Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM2.5 dan PM10 Pada Pekerja PT. Beton Elemenindo Perkasa	2025	Y	Y	Y	Y	Y	✓

2	Wahyu Purnama Widi, Titik Suhartin	Hubungan Kepatuhan Penggunaan APD dan Lama Kerja dengan Gangguan Fungsi Paru pada Karyawan PT.XYZ Pasuruan Bagian Logistik	2024	Y	Y	Y	Y	Y	✓
---	------------------------------------	--	------	---	---	---	---	---	---

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan penelusuran secara daring (*electronic data base*) melalui Google Scholar. Kemudian diskriminasi dan dieliminasi dengan kriteria eksklusi serta dilakukan analisis kualitas data (*quality assessment*) didapatkan 2 jurnal nasional yang dilakukan sintesis data. Adapun substansi dari artikel dan jurnal penelitian termasuk judul, peneliti, tahun, metode dan hasil adalah, sebagai berikut.

Tabel 2. Hasil sintesis data

No	Biografi	Populasi	Intervensi	Komparasi	Hasil
1	Fikri E, Dewi RD, Juariah L. (2025). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM2.5 dan PM10 Pada Pekerja PT. Beton Elemenindo Perkasa Tahun 2024. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia, 24(1), 116–123.	Pekerja di PT. Beton Elemenindo Perkasa.	Pengukuran dan analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) paparan PM2.5 dan PM10.	Tidak ada kelompok komparasi eksplisit; analisis deskriptif risiko paparan.	Menunjukkan adanya risiko kesehatan lingkungan akibat paparan PM2.5 dan PM10 di tempat kerja.
2	Widi WP, Suhartini T. (2024). Hubungan Kepatuhan Penggunaan APD dan Lama Kerja dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Karyawan PT.XYZ Pasuruan Bagian Logistik. Jurnal Keperawatan Muhammadiyah, 9(1), 45–52.	Karyawan PT.XYZ Pasuruan bagian logistik.	Analisis kepatuhan penggunaan APD dan lama kerja.	Membandingkan tingkat gangguan fungsi paru berdasarkan tingkat kepatuhan APD dan lama kerja	Menunjukkan hubungan signifikan antara kepatuhan penggunaan APD dan lama kerja dengan gangguan fungsi paru

Penyakit paru akibat kerja merupakan kondisi kerusakan paru yang disebabkan oleh inhalasi debu, uap, atau gas berbahaya di lingkungan kerja. Berbagai jenis penyakit paru dapat muncul akibat paparan zat seperti serat, debu, dan gas yang dihasilkan selama proses industrialisasi. Jenis penyakit paru yang berkembang sangat bergantung pada jenis zat yang terpapar, namun manifestasi klinis penyakit paru akibat kerja umumnya mirip dengan penyakit paru yang tidak terkait dengan pekerjaan. Penyakit paru akibat kerja menjadi penyebab utama kecacatan, hilangnya hari kerja, serta kematian di kalangan pekerja.¹⁰ Penyakit ini dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa kategori, salah satunya berdasarkan gejala klinis atau tipe penyakit seperti yang terlihat pada tabel.

Tabel 3. Klasifikasi penyakit paru akibat kerja

Kelompok Penyakit Utama	Agan Penyebab
Asfiksian Iritasi saluran napas atas	Karbon monoksida, Ozon, Alkil sianida Gas iritan, seperti Akrolein, Amonia, Antimon Pelarut organik, seperti Formaldehid, Aseton, Metil isobutyl karbinol
Gangguan saluran pernapasan (Asma akibat kerja) Berat molekul kecil	Diisosianat, anhidrida, debu kayu, biji-bijian, epoksi resin, isosianat, toluen disosianat, kapas.
Berat molekul besar Kelompok Penyakit Utama	Alergen bersumber binatang, lateks Agan Penyebab

<i>Irritant-induced</i> , RADS	Gas iritan
Bisinositis	Debu kapas
Alveolitis Alergika	Mouldy hay, fungi/jamur, Aktinomisetes, garam platina
Bronkitis kronik (PPOK)	Debu mineral, batubara
Kelainan akibat inhalasi akut	
Pneumonitis toksik	Gas iritan, metal
Demam asap metal (Metal fume fever)	Oksida metal, seng, tembaga
Demam asap polimer (Polymer fume fever)	Plastik
Edema paru	Asap, Nitrogen, SO ₂ , Klorin dan fosgen
Pneumonitis hipersensitif	Bakteri, jamur, protein binatang
Penyakit infeksi	Virus, bakteri, jamur, seperti Tuberkulosis, Anthrax, Coccidiomycetes, Flu burung, Echinococosis, Psitakosis, Legionella sp.
Pneumokoniosis	Asbestos, silika, batubara, berilium, kobal, kaolin
Kelompok Penyakit Utama (Keganasan)	Agan Penyebab
Kanker paru (karsinoma bronkus)	Asbestos, radon, Vinil klorida, radiasi, uranium, krom, nikel, klorometil eter
Mesotelioma	Asbestos

Karakteristik Penyakit paru akibat kerja

Terdapat beberapa karakteristik penyakit paru kerja yaitu:¹¹

1. Penyakit paru kerja mempunyai gejala yang tidak khas sehingga sulit dibedakan dengan penyakit paru lainnya. Dengan demikian penyebab penyakit paru kerja atau lingkungan harus dievaluasi dan ditata laksana secara berkala.
2. Paparan di tempat kerja dapat menyebabkan lebih dari satu penyakit atau kelainan, misalnya kobal dapat menyebabkan penyakit pada parenkim paru atau saluran napas.
3. Beberapa penyakit paru disebabkan oleh berbagai faktor, dan faktor pekerjaan mungkin berinteraksi dengan faktor lainnya. Misalnya risiko menderita penyakit kanker pada pekerja terpajan debu asbes yang merokok, lebih besar dibandingkan pekerja yang terpajan asbestos atau rokok saja.
4. Dosis paparan penting untuk menentukan proporsi orang yang terkena penyakit atau beratnya penyakit. Dosis umumnya berhubungan dengan beratnya penyakit pada penderita yang mengalami toksisitas langsung.
5. Ada perbedaan kerentanan pada setiap individu terhadap paparan zat tertentu. Faktor pejamu yang berperan dalam kerentanan terhadap agen lingkungan masih belum banyak diketahui, tetapi diduga meliputi faktor genetik yang diturunkan maupun faktor yang didapat seperti diet, penyakit paru lain dan paparan lainnya.
6. Penyakit paru akibat paparan di tempat kerja atau lingkungan biasanya timbul setelah periode laten yang dapat diduga sebelumnya.

Penentuan apakah penyakit paru disebabkan oleh pekerjaan atau lingkungan, harus ditentukan penyakitnya, ditentukan sifatnya, kemudian ditentukan tingkat paparan di tempat kerja atau lingkungan yang mungkin menjadi penyebab. Beberapa kriteria yang digunakan untuk menentukan bahwa suatu penyakit memang disebabkan oleh agen di tempat kerja atau lingkungan, antara lain gejala klinis dan perkembangannya sesuai dengan diagnosis, hubungan sebab akibat antara paparan dan kondisi diagnosis telah ditentukan sebelumnya atau diduga kuat berdasarkan kepustakaan medis, epidemiologi atau toksikologi, terdapat paparan yang diduga sebagai penyebab penyakit serta tidak ditemukan diagnosis lain.

Edukasi dan Pencegahan penyakit paru akibat kerja

Tindakan pencegahan merupakan tindakan yang paling penting pada penatalaksanaan penyakit sistem respirasi akibat kerja. Berbagai tindakan pencegahan perlu dilakukan untuk mencegah timbulnya penyakit atau mengurangi laju penyakit. *Five level prevention* atau lima tingkat pencegahan umum dari Leavell and Clark.¹²

a. *Health promotion* (promosi kesehatan)

Langkah pencegahan awal untuk menghindari adanya penyakit paru akibat kerja, yaitu: Pengenalan lingkungan kerja kepada tenaga kerja agar tenaga kerja dapat mengetahui bahaya – bahaya apa saja yang dapat terjadi di lingkungan kerjanya dan tenaga kerja dapat mencegahnya. Apa saja hal-hal yang harus diperhatikan dalam memberikan promosi kesehatan adalah sebagai berikut.

1. Dokter perusahaan harus membuat peta risiko area pekerjaan. Setelah itu, dokter perusahaan dan pihak-pihak terkait bidang kesehatan perusahaan lainnya, seperti paramedis perusahaan bekerja sama untuk mensosialisasikan kepada pekerja tentang agen-agen yang dapat menyebabkan penyakit paru, seperti agen biologi dan kimia.

2. Membentuk peraturan atau undang-undang tentang perlindungan paru para pekerja untuk mencegah adanya penyakit paru akibat kerja.
3. Membentuk program perlindungan dan perawatan yang diikutsertakan dalam program pendidikan, yaitu memuat informasi tentang paru sehat dan penyakit paru yang terkait dengan pekerjaan.
4. Memberikan pengenalan diri tentang penyakit paru dan penggunaan prosedur perlindungan diri (APD), sebagai contoh: program perlindungan paru pada pekerja di daerah yang kering dan berpotensi timbulnya angin yaitu dengan menggunakan masker penutup hidung.
5. Mengadakan rekreasi ke tempat yang berhawa sejuk agar paru tenaga kerja tidak selalu terpapar oleh agen.
6. Menempatkan posisi ventilasi yang tepat dan cukup apabila tempat kerja tertutup.

b. *Specific protection* (pemberian perlindungan khusus)

Perlindungan khusus yang dimaksud adalah kondisi yang disesuaikan dengan keadaan yang berada dilapangan pekerjaan itu sendiri. Diantaranya adalah sebagai berikut.

1. Menciptakan kondisi tempat kerja yang baik dan sanitasinya baik.
2. Pemeriksaan kesehatan dilakukan sebelum penempatan dan berkala, juga perhatian khusus pada paru. Pemeriksaan kesehatan berkala dianjurkan dilakukan dengan selang waktu 6 bulan sampai 2 tahun, tergantung pada tingkat paparan di tempat kerja.
3. Tenaga kerja hendaknya memakai masker agar tidak terpapar oleh agen-agen penyebab penyakit paru. Selain itu, pekerja dilarang untuk merokok karena akan menyebabkan paru pekerja lebih rentan apabila terpapar oleh agen – agen penyebab penyakit, baik debu, mikroorganisme, bahan kimia, dan sebagainya.
4. Isolasi sumber agar tidak mengeluarkan debu diruang kerja dengan “*Local Exhauster*” atau dengan melengkapi water sprayer pada cerobong asap.
5. Mengganti alat yang mengeluarkan debu dengan yang tidak mengeluarkan debu.
6. Memakai metode basah yaitu, penyiraman lantai dan pengeboran basah (*Wet Drilling*).

c. *Early diagnosis and prompt treatment* (Diagnosa dini dan terapi segera)

Hal ini perlu dilakukan untuk mencegah perkembangan penyakit paru akibat kerja. Bagi pekerja, ini berfungsi untuk mendeteksi dini gangguan pernafasan akibat kerja.

1. Mencari tenaga kerja yang mempunyai risiko menderita penyakit paru.
2. Memeriksa daya pacu paru-paru, kapasitas maksimal oksigen paru tenaga kerja sehingga dapat mengetahui gambaran perkembangan kesehatan tenaga kerja.
3. Anamnesis riwayat medis lengkap termasuk riwayat paparan di tempat kerja dan lingkungan
4. Pemeriksaan penunjang, pemeriksaan ini dapat berupa pemeriksaan langsung untuk mengidentifikasi kondisi ekstraparu yang berkontribusi terhadap impairment seperti pemeriksaan darah lengkap dan EKG. Serta pemeriksaan untuk menilai impairment respirasi yaitu foto toraks. Spirometri, DLco (*single breath diffusing capacity*), Ct scan, dan lain – lain. Pemeriksaan faal paru dan radiologi sebelum seorang menjadi pekerja dan pemeriksaan secara berkala untuk deteksi dini kelainan yang timbul. Bila seseorang telah mendenita penyakit, memindahkan ke tempat yang tidak terpapar mungkin dapat mengurangi laju penyakit. Penderita yang atopik idealnya dianjurkan menghindari tempat yang jelas tepat mencetuskan serangan asma, seperti produksi sutra, deterjen, dan pekerjaan yang mempunyai paparan garam platinum.
5. Perlu dilakukan screnning pada saat masuk menjadi tenaga kerja disebuah perusahaan. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah penyakit yang dialami setelah bekerja diperusahaan tersebut merupakan penyakit akibat kerja atau merupakan yang memang telah dialami sebelumnya.

d. *Dissability limitation* (pembatasan ketidakmampuan/kecacatan)

Terapi yang tepat untuk menghentikan penyakit dan cegah komplikasi dan kecacatan. Hak ini bertujuan untuk mencegah progresivitas dan antisipasi komplikasi seperti berhenti merokok, profilaksis TB pada pekerja silika Pekerja hendaklah berhenti merokok terutama bila bekerja pada tempat-tempat yang mempunyai risiko terjadi penyakit bronkitis industri dan kanker paru, karena asap rokok dapat meningkatkan risiko timbulnya penyakit. Dan yang paling penting adalah memberikan waktu istirahat atau cuti kepada pegawai yang sakit untuk berobat.

e. Rehabilitasi

Jika sudah terlanjur menjadi sakit karena debu atau hal lainnya ditempat kerja, maka perlu untuk menempatkan tenaga kerja yang terkena penyakit paru di tempat yang tidak berisiko untuk memperburuk keadaan parunya. Serta untuk menghindari pekerja lainnya tertular. Apabila tidak dapat dipindahkan, maka tenaga kerja yang terkena penyakit paru diberikan perlindungan ekstra, seperti pemakaian masker khusus dan pemberian waktu yang relatif singkat untuk menghindari paparan agen penyebab penyakit paru lebih lama dan memperburuk keadaan paru. Serta yang paling penting adalah memberikan perlindungan ekstra pada tempat-tempat yang berisiko untuk menyebabkan penyakit paru.

KESIMPULAN

Penyakit paru akibat kerja memiliki jenis yang beragam, antara lain pneumonitis, atelectasis, edema paru, respiratory distress syndrome, silikosis, asbestosis, bisinosis, antrakosis, dan beriliosis. Gejala penyakit paru akibat kerja seringkali tidak khas sehingga sulit dibedakan dari penyakit paru lainnya, sehingga untuk memastikan penyebabnya harus ditentukan ciri-ciri dan sifat penyakit terlebih dahulu, karena gejala yang ditimbulkan cenderung serupa dan memerlukan unsur pembeda yang spesifik. Masa inkubasi atau rentang waktu paparan yang menyebabkan penyakit ini biasanya berkisar antara 5 hingga 10 tahun, tergantung pada tingkat dan lamanya paparan debu atau zat berbahaya di tempat kerja. Paparan debu industri seperti silika, asbes, dan debu batubara merupakan penyebab utama penyakit paru akibat kerja di berbagai sektor industri dan pertambangan. Oleh karena itu, pencegahan sangat penting dilakukan, termasuk penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tepat dan konsisten untuk mengurangi risiko paparan dan melindungi kesehatan paru pekerja.

DAFTAR PUSTAKA

1. Kumayas M. Surveilans Penyakit Paru Akibat Kerja. Surabaya: CV. Inoffast Surabaya; 2022.
2. Desdiani Media Sains Indonesia. Asma Kerja. Bandung: Desdiani Media Sains Indonesia; 2023.
3. Putri AA. Konsep Penyakit Akibat Kerja pada Gangguan Organ Pernafasan. Jurnal Profesi Kesehatan Masyarakat. 2023; [cited 2025 Apr 25].
4. Setyowati DL. Meta-Analisis Pengaruh Debu terhadap Gangguan Fungsi Paru di Lingkungan Kerja. Jurnal Penelitian Perawat Profesional. 2024;6(5):2765-72. doi:10.37287/jppp.v6i5.4379.
5. Fikri E, Dewi RD, Juariah L. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM2.5 dan PM10 Pada Pekerja PT. Beton Elemenindo Perkasa Tahun 2024. J Kesehat Lingkung Indones. 2025;24(1):116-23. Available from: <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli/article/viewFile/67628/27705>
6. Widi WP, Suhartini T. Hubungan Kepatuhan Penggunaan APD dan Lama Kerja dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Karyawan PT.XYZ Pasuruan Bagian Logistik. J Keperawatan Muhammadiyah. 2024;9(1):45-52. Available from: <http://journal.um-surabaya.ac.id/index.php/JKM/article/view/20391/7471>
7. Barrett KE, Barman SM, Boitano S, Brooks HL. Ganong's review of medical physiology. 23rd ed. New York: McGraw-Hill Medical; 2010.
8. Sherwood L. Human Physiology: From Cells to Systems. 8th ed. Belmont (CA): Brooks/Cole; 2014.
9. Guyton AC, Hall JE. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 12. Jakarta: EGC; 2014.
10. Untirta Repository. Penyakit paru akibat kerja [Internet]. Serang: Universitas Sultan Ageng Tirtayasa; 2023 [cited 2025 Apr 25].
11. Jurnal Persada Husada Indonesia. Penyakit Akibat Kerja yang Berhubungan dengan Debu. STIKES Persada Husada Indonesia. 2021;8(30):40-48.
12. Darmawan D, Sari N, Wulandari D. Penyakit sistem respirasi akibat kerja. J Kedokt Univ Jambi. 2021;23(2):68-83.