JIKES: JURNAL ILMU KESEHATAN
Tahun 2026, Volume 5, Nomor 1, Bulan Juli-Desember: hlm 951-966
e-ISSN: 2963-069X | URL: https://yptb.org/index.php/jik | e-Mail: jurnalq17@gmail.com

Lisensi: CC-BY
DOI: https://doi.org/10.71456/jik.v5i1.2777

HUBUNGAN PARTIKULAT PM10 DAN PM2,5 DI UDARA DENGAN KELUHAN SUBJEKTIF ISPA PADA PEKERJA INDUSTRI PT X

Suhada Ramadhanu[1*], Yulia Khairina Ashar[2], Susilawati[3], Putra Apriadi Siregar[4], & Muhammad Zali[5]

[*1-5]Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Islam Negeri Sumatera Utara, Medan, Indonesia
[*]e-Mail: suhadaramadhanu@gmail.com

Submit Tgl: 16-September-2026 Diterima Tgl: 17-September-2026 Diterbitkan Tgl: 25-September-2026

Abstrak: Paparan partikulat di lingkungan kerja merupakan salah satu faktor risiko keluhan subjektif Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Penelitian ini bertujuan menganalisis hubungan konsentrasi PM10 dan PM2,5 serta karakteristik pekerja (usia, masa kerja, lama paparan, penggunaan APD/masker, dan kebiasaan merokok) dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X tahun 2026. Penelitian menggunakan desain observasional analitik dengan pendekatan *cross-sectional*. Sampel sebanyak 65 pekerja dipilih secara *purposive sampling*. Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} diukur menggunakan *Particle Counter* DAZ-400, sedangkan data karakteristik dan keluhan subjektif ISPA diperoleh melalui kuesioner. Analisis menggunakan uji Chi-Square dan Fisher's Exact Test. Hasil menunjukkan bahwa $PM_{2,5}$ (p=0,040; PR=1,494; 95%CI=1,039–2,149), masa kerja (p=0,032; PR=1,645; 95%CI=1,015–2,664), dan kebiasaan merokok (p<0,01; PR=4,303; 95%CI=1,204–15,374) berhubungan signifikan dengan keluhan subjektif ISPA, Sebaliknya, PM_{10}, usia, lama paparan, dan penggunaan APD/masker tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Disimpulkan bahwa $PM_{2,5}$, masa kerja, dan kebiasaan merokok merupakan faktor yang berhubungan dengan keluhan subjektif ISPA. Perusahaan disarankan meningkatkan pengendalian debu, pemantauan kualitas udara, dan kepatuhan penggunaan APD.

Kata Kunci: Keluhan Subjektif ISPA; PM10; Dan PM2,5

Abstract: *Occupational particulate matter exposure is a major risk factor for Self-Reported Acute Respiratory Infection (ARI) Symptoms. This study aimed to analyze the association between $PM_{2.5}$ and PM_{10} concentrations and workers' characteristics (age, length of employment, duration of exposure, use of personal protective equipment (PPE)/masks, and smoking habits) with self-reported ARI symptoms among workers at PT X in 2026. This quantitative study employed an analytical observational design with a cross-sectional approach. A total of 65 workers were selected using purposive sampling. PM10 and PM2,5 concentrations were measured using a DAZ-400 Particle Counter, while data on workers' characteristics and self-reported ARI symptoms were collected using a structured questionnaire. Data were analyzed using the Chi-Square test and Fisher's Exact Test. The results showed that $PM_{2.5}$ concentration (p=0.040; PR=1.494; 95% CI=1.039–2.149), length of employment (p=0.032; PR=1.645; 95% CI=1.015–2.664), and smoking habits (p<0.01; PR=4.303; 95% CI=1.204–15.374) were significantly associated with self-reported ARI symptoms. In contrast, PM_{10} concentration, age, duration of exposure, and PPE/mask use were not significantly associated. In conclusion, $PM_{2.5}$ exposure, length of employment, and smoking habits were factors associated with self-reported ARI symptoms. Therefore, the company is recommended to strengthen dust control measures, conduct regular air quality monitoring, and improve compliance with PPE use..*

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

Keywords: *self-reported acute respiratory infection (ARI) symptoms; PM10; and PM2,5*

Cara mengutip Ramadhanu, S., Ashar, Y. K., Susilawati, Siregar, P. A., & Zali, M. (2026). Hubungan Partikulat PM10 dan PM2,5 di Udara dengan Keluhan Subjektif ISPA pada Pekerja Industri PT X. *JIKES: Jurnal Ilmu Kesehatan, 5*(1), 951–966. https://doi.org/10.71456/jik.v5i1.2777

PENDAHULUAN

Di tingkat global, pencemaran udara masih menjadi masalah kesehatan lingkungan yang sangat penting karena memberikan dampak yang signifikan terhadap kesehatan manusia. Paparannya terjadi terus-menerus, bisa menyebar lintas wilayah dan negara, serta memberikan dampak besar pada kesehatan manusia. WHO melaporkan bahwa hampir seluruh penduduk dunia, yaitu sekitar 99%, terpapar udara yang kualitasnya tidak memenuhi pedoman kualitas udara yang ditetapkan, dengan kondisi yang lebih banyak ditemukan di negara berpendapatan rendah dan menengah (*World Health Organization*, 2022).

Paparan *particulate matter* (PM), khususnya $PM_{2,5}$ dan PM_{10}, berdampak signifikan terhadap sistem pernapasan sebagai jalur utama masuknya partikel ke dalam tubuh. $PM_{2,5}$ lebih berbahaya karena ukurannya yang kecil memungkinkan partikel mencapai alveoli paru hingga masuk ke aliran darah. Paparan PM dapat meningkatkan risiko berbagai gangguan pernapasan, seperti asma, PPOK, dan infeksi saluran pernapasan. Selain itu, $PM_{2,5}$ dapat memicu stres oksidatif dan peradangan yang menyebabkan kerusakan sel epitel serta gangguan fungsi paru, baik akibat paparan jangka pendek maupun jangka panjang (Sangkham et al., 2024).

Pada tingkat global, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat dengan beban penyakit yang tinggi. World Health Organization (WHO) menyatakan bahwa infeksi saluran pernapasan akut merupakan salah satu penyebab utama morbiditas dan mortalitas di dunia. Infeksi saluran pernapasan bawah bahkan menjadi penyakit menular paling mematikan selain COVID-19 dan menempati urutan kelima penyebab kematian secara global pada tahun 2021*(World Health Organization*, 2024). Pada tingkat nasional, Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) masih menjadi salah satu masalah kesehatan masyarakat yang penting di Indonesia. Berdasarkan Survei Kesehatan Indonesia (SKI) Dalam Angka Tahun 2023, prevalensi ISPA di Indonesia tercatat sebesar 23,5% berdasarkan kombinasi diagnosis tenaga kesehatan dan gejala yang dilaporkan responden. Angka ini menunjukkan bahwa hampir seperempat penduduk Indonesia pernah mengalami ISPA dalam periode pengukuran, sehingga penyakit ini masih menjadi beban kesehatan yang signifikan. Tingginya prevalensi ISPA tersebut tidak dapat dilepaskan dari faktor lingkungan, termasuk kualitas udara yang buruk (Kementrian Kesehatan, 2023).

Proses produksi pada industri beton, khususnya dalam pembuatan beton bertulang, berpotensi menghasilkan debu partikulat halus (PM2.5) yang signifikan. Debu ini terutama dihasilkan pada tahap pencampuran beton ketika semen kering dimuat dan dicampur dengan material lain, serta pada proses pencetakan dan penyelesaian produk beton. Partikulat yang terlepas ke udara dapat tetap berada di lingkungan kerja meskipun proses telah berjalan secara otomatis, sehingga pekerja masih berisiko terpapar melalui inhalasi selama aktivitas produksi berlangsung (Vinnikov et al., 2023). Penelitian Vega et al. (2021) menunjukkan adanya perbedaan karakteristik komposisi kimia antara $PM_{2,5}$ dan PM_{10} di kawasan industri.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

$PM_{2,5}$ diketahui lebih banyak mengandung silikon (Si) dan sulfat (SO_4^{2-}), sedangkan PM_{10} didominasi oleh kalsium (Ca). Dominasi unsur kalsium tersebut berkaitan dengan aktivitas industri yang melibatkan material berbasis batu kapur, seperti proses produksi semen (Vega et al., 2021).

Penelitian (Fikri et al., 2025) pada pekerja PT Beton Elemenindo Perkasa menunjukkan rata-rata konsentrasi PM_{10} sebesar 217,25 µg/m³, dengan nilai maksimum mencapai 8.972 µg/m³. Konsentrasi tertinggi ditemukan di Hall A yang berkaitan dengan aktivitas loading semen dan penyebaran debu akibat tekanan udara. Meskipun konsentrasi PM_{10} tergolong tinggi, nilai Risk Quotient (RQ) seluruh pekerja masih <1, sehingga pajanan tersebut dikategorikan belum menimbulkan risiko kesehatan nonkarsinogenik. Penelitian Annisa dan Achmadi (2020) pada pekerja proyek konstruksi di Depok menunjukkan rata-rata konsentrasi PM_{10} sebesar 159,43 µg/m³ yang melebihi baku mutu udara ambien harian 150 µg/m³. Sebanyak 80,8% pekerja mengalami gejala ISPA dan terdapat hubungan signifikan antara konsentrasi PM_{10} dengan gejala ISPA (p = 0,001). Temuan ini menunjukkan bahwa tingginya paparan PM_{10} berkontribusi terhadap gangguan pernapasan pada pekerja (Annisa & Achmadi, 2020).

Observasi pendahuluan di PT X menunjukkan adanya partikulat debu di area produksi, baik di udara maupun mengendap pada berbagai permukaan kerja, serta sebagian pekerja terlihat tidak menggunakan masker saat bekerja. Pengukuran awal menggunakan *Particle Counter* DAZ-400 pada dua titik menunjukkan bahwa pada titik pertama kadar $PM_{2.5}$ sebesar 49 µg/m³ dan PM_{10} sebesar 96 µg/m³, sedangkan pada titik kedua masing-masing sebesar 19 µg/m³ dan 40 µg/m³. Dibandingkan dengan ambang batas $PM_{2,5}$ sebesar 55 µg/m³ dan PM_{10} sebesar 75 µg/m³, ditemukan kadar PM_{10} yang melebihi ambang batas pada salah satu titik. Selain itu, hasil kuesioner dan wawancara awal terhadap 20 pekerja menunjukkan bahwa 15 pekerja mengalami batuk dalam satu bulan terakhir, disertai keluhan lain seperti pilek berulang, sakit tenggorokan, dan suara serak yang berkaitan dengan gejala ISPA. Temuan awal tersebut menunjukkan adanya potensi paparan partikulat dan keluhan pernapasan pada pekerja yang perlu dianalisis lebih lanjut untuk mengetahui hubungan antara kadar PM_{10} dan $PM_{2,5}$ dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X.

Adapun tujuan penelitian ini Adalah untuk untuk menganalisis hubungan PM_{10} dan $PM_{2,5}$ Di Udara serta karakteristik responden yang meliputi umur, masa kerja, lama paparan, penggunaan APD/masker, dan kebiasaan merokok dengan keluhan subjektif Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada pekerja PT X. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan gambaran yang lebih komprehensif mengenai paparan partikulat dan faktor-faktor yang berkaitan dengan keluhan subjektif ISPA, serta menjadi dasar dalam perencanaan dan pelaksanaan upaya pencegahan dan pengendalian risiko kesehatan kerja di PT X.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain observasional analitik menggunakan pendekatan *cross-sectional*, yaitu pengukuran variabel independen dan dependen dilakukan pada waktu yang bersamaan tanpa memberikan intervensi kepada responden. Variabel independen meliputi konsentrasi PM_{10} dan $PM_{2.5}$, usia, masa kerja, lama

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

paparan, kebiasaan merokok, dan penggunaan APD/masker, sedangkan variabel dependen adalah keluhan subjektif Infeksi Saluran Pernapasan Akut

(ISPA) pada pekerja PT Jaya Beton Indonesia. Hubungan antarvariabel dianalisis menggunakan uji *ChiSquare* dengan tingkat kemaknaan (α) 0,05 untuk mengetahui adanya hubungan yang signifikan antara variabel yang diteliti.

Populasi penelitian ini adalah seluruh pekerja PT X sebanyak 200 orang. Sampel penelitian merupakan pekerja yang berada pada area paparan PM_{10} dan $PM_{2,5}$ yang dipilih menggunakan teknik *purposive sampling* berdasarkan kriteria yang sesuai dengan tujuan penelitian. Besar sampel ditentukan menggunakan rumus Lemeshow (1997) untuk populasi terbatas.. Untuk tingkat presini yang ditetapkan dalam penentuan sampel adulah 10%. Dengan rumus sebagai berikut:

$$\boldsymbol{n} = \frac{\boldsymbol{N}.\boldsymbol{z}^2.\boldsymbol{p}.(\boldsymbol{1}-\boldsymbol{p})}{\boldsymbol{d}^2(\boldsymbol{N}-\boldsymbol{1})+\boldsymbol{Z}^2.\boldsymbol{P}.(\boldsymbol{1}-\boldsymbol{P})}$$

Keterangan :

n = Jumlah Sampel z = Skor z pada kepercayaan 95% = 1,96 p = Maksimal Estimasi = 50% = 0,5 d = Alpha (0,10) atau sampling error = 10%

N = Jumlah Populasi

$$\text{n} = \frac{200.1{,}96^2.0{,}5(1-0{,}5)}{0{,}1^2.(200-1)+1{,}96^2.0{,}5\,(1-0{,}5)}$$

$$\text{n}\ \frac{192{,}08}{2{,}9504}$$

n = 65,10 = 65 Responden

Berdasarkan hasil perhitungan menggunakan rumus Lemeshow (1997) untuk populasi terbatas, diperoleh jumlah sampel minimal yang dibutuhkan dalam penelitian ini sebanyak 65 responden.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL ANALISIS UNIVARIAT

1. Konsentrasi PM_{10} Dan $PM_{2,5}$ di area kerja Industri PT X

Tabel 1 Distribusi Frekuensi Konsentrasi PM2,5 dan PM10 di area kerja Industri PT X

Titik Pengukuran	Pengukuran	Rata-rata Konsentrasi $PM_{2,5}$ dan PM_{10} (µg)	Persentase (%) 55 µg/m³ dan75 µg/m³
			TMS/MS
Batching Plant	$PM_{2,5}$	33	MS
	PM_{10}	76	TMS
Boiler	$PM_{2,5}$	53	MS
	PM_{10}	142	TMS
Area Produksi	$PM_{2,5}$	105	TMS
	PM_{10}	270	TMS
Outdoor	$PM_{2,5}$	17	MS
	PM_{10}	58	MS

Berdasarkan Tabel 1 diketahui bahwa hasil pengukuran konsentrasi PM2,5 dan PM10 dilakukan pada empat titik pengukuran yaitu batching plant, boiler, area produksi, dan outdoor. Hasil pengukuran PM2,5 menunjukkan bahwa area batching plant memiliki konsentrasi sebesar 33 µg/m³, area boiler sebesar 53 µg/m³, dan area outdoor sebesar 17 µg/m³, yang seluruhnya masih memenuhi ambang batas yang ditetapkan yaitu ≤55 µg/m³. Sementara itu, area produksi memiliki konsentrasi PM2,5 sebesar 105 µg/m³ sehingga tidak memenuhi ambang batas yang ditetapkan.

Hasil pengukuran PM10 menunjukkan bahwa area outdoor memiliki konsentrasi sebesar 58 µg/m³ sehingga masih memenuhi ambang batas yaitu ≤75 µg/m³. Namun, area batching plant memiliki konsentrasi PM10 sebesar 76 µg/m³, area boiler sebesar 142 µg/m³, dan area produksi sebesar 270 µg/m³ sehingga tidak memenuhi ambang batas yang ditetapkan. Konsentrasi PM10 tertinggi ditemukan pada area produksi, sedangkan konsentrasi terendah ditemukan pada area outdoor.

2. Karakteristik Responden

Analisis univariat merupakan analisis berdasarkan karakteristik responden dalam penelitian ini, yaitu usia, masa kerja, lama paparan, penggunaan APD dan kebiasaan merokok.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

Tabel 2. Distribusi Karakteristik Responden Berdasarkan jenis kelamin, usia, masa kerja, lama paparan, penggunaan APD/masker dan kebiasaan merokok

Karakteristik	Kategori	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Jenis Kelamin	Laki-laki	65	100
Usia	≥ 50 Tahun	14	21,5
	≤ 50 Tahun	51	78,5
Masa Kerja	≥ 10 Tahun	44	67,7
	≤ 10 Tahun	21	32,3
Lama Paparan Kerja	≥ 8 Jam/Hari	47	72,3
	≤ 8 Jam/Hari	18	27,7
Penggunaan APD/Masker	Tidak Pakai	58	89,2
	Pakai Masker	7	10,8
Kebiasaan Merokok	Perokok Aktif	53	81,5
	Tidak Merokok	12	18,5
Total		65	**100**

Berdasarkan karakteristik responden pada tabel 2, Berdasarkan karakteristik responden, diketahui bahwa seluruh responden dalam penelitian ini berjenis kelamin laki-laki, yaitu sebanyak 65 orang (100%). Berdasarkan usia, mayoritas responden berusia ≤50 tahun sebanyak 51 orang (78,5%), sedangkan responden berusia >50 tahun sebanyak 14 orang (21,5%). Berdasarkan masa kerja, sebagian besar responden memiliki masa kerja ≥10 tahun sebanyak 44 orang (67,7%), sedangkan responden dengan masa kerja <10 tahun sebanyak 21 orang (32,3%). Berdasarkan lama paparan, mayoritas responden terpapar selama ≥8 jam per hari sebanyak 47 orang (72,3%), sedangkan yang terpapar <8 jam per hari sebanyak 18 orang (27,7%). Berdasarkan penggunaan APD/masker, sebagian besar responden tidak menggunakan masker saat bekerja sebanyak 58 orang (89,2%), sedangkan yang menggunakan masker sebanyak 7 orang (10,8%). Sementara itu, berdasarkan kebiasaan merokok, mayoritas responden merupakan perokok aktif sebanyak 53 orang (81,5%), sedangkan responden yang tidak merokok sebanyak 12 orang (18,5%).

3. Keluhan Subjektif Ispa

Tabel 3. Distribusi Frekuensi Responden Total Keluhan Subjektif ISPA

Keluhan Subjektif ISPA	Frekuensi (n)	Persentase (%)
Memiliki Keluhan	40	61,5
Tidak Memiliki Keluhan	25	38.5
Total	**65**	**100**

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa sebagian besar responden mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 40 orang (61,5%), sedangkan responden yang tidak mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 25 orang (38,5%). Hasil tersebut menunjukkan bahwa lebih dari setengah responden dalam penelitian ini mengalami keluhan subjektif ISPA yang ditandai dengan adanya gejala gangguan saluran pernapasan seperti batuk, pilek, sakit tenggorokan, sesak napas, atau gejala pernapasan lainnya sesuai kriteria penelitian.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

HASIL ANALISIS BIVARIAT

1. Hubungan PM_{10} dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 4. Hubungan PM10 dengan Keluhan Subjektif ISPA

PM_{10}	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak MemilikiKeluhan	%		
≥75 µg/m³ (Tidak Memenuhi Baku Mutu)	31	68,9	14	31,1		
<75 µg/m³ (Memenuhi Baku Mutu)	9	45,0	11	55,0	0,068	1,531
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 4 responden yang terpapar PM_{10} >75 µg/m³ sebagian besar mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 31 orang (68,9%), sedangkan pada paparan PM_{10} <75 µg/m³ sebanyak 9 orang (45,0%). Hasil uji Pearson Chi-Square menunjukkan p-value = 0,068 (>0,05), sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{10} dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,531 menunjukkan bahwa responden yang terpapar PM_{10} >75 µg/m³ memiliki peluang 1,531 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden yang terpapar PM_{10} <75 µg/m³, namun secara statistik hubungan tersebut tidak signifikan.

2. Hubungan $PM_{2,5}$ dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 5. Hubungan $PM_{2,5}$ dengan Keluhan Subjektif ISPA

$PM_{2,5}$	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak Memiliki Keluhan	%		
≥55 µg/m³ (Tidak Memenuhi Baku Mutu)	18	78,3	5	21,7		
<55 µg/m³ (Memenuhi Baku Mutu)	22	52,4	20	47,6	0,040	1,494
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 5 responden yang terpapar $PM_{2.5}$ >55 µg/m³ sebagian besar mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 18 orang (78,3%), sedangkan pada paparan $PM_{2.5}$ ≤55 µg/m³ sebanyak 22 orang (52,4%). Hasil uji Pearson Chi-Square menunjukkan p-value = 0,040 (<0,05), sehingga terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi $PM_{2.5}$ dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,494 menunjukkan bahwa responden yang terpapar $PM_{2.5}$ >55 µg/m³ memiliki peluang 1,494 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden yang terpapar $PM_{2.5}$ ≤55 µg/m³.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

3. **Hubungan Usia dengan Keluhan Subjektif ISPA**

Tabel 6. Hubungan Usia dengan Keluhan Subjektif ISPA

Usia	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak MemilikiKeluhan	%		
≥ 50 Tahun (Berisiko)	10	71,4	4	28,6		
< 50 Tahun (Tidak Berisiko)	30	58,8	21	41,2	0,390	1,214
Total	40	61,5	25	38,5		

Pada tabel 6, responden berusia >50 tahun yang mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 10 orang (71,4%), sedangkan pada usia <50 tahun sebanyak 30 orang (58,8%). Hasil uji *Pearson Chi-Square* menunjukkan p-value = 0,390 (>0,05), sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,214 (95% CI: 0,811–1,817) menunjukkan bahwa responden berusia >50 tahun memiliki peluang 1,214 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden berusia <50 tahun, namun secara statistik hubungan tersebut tidak signifikan.

4. Hubungan Masa Kerja dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 7 Hubungan Masa Kerja dengan Keluhan Subjektif ISPA

Masa Kerja	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	MemilikiKeluhan	%	Tidak Memiliki Keluhan	%		
≥ 10 Tahun (Berisiko)	31	70,5	13	29,5		
< 10 Tahun (Tidak Berisiko)	9	42,9	12	57,1	0,032	1,644
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 7, responden dengan masa kerja ≥10 tahun yang mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 31 orang (70,5%), sedangkan pada masa kerja ≤10 tahun sebanyak 9 orang (42,9%). Hasil uji Pearson Chi-Square menunjukkan p-value = 0,032 (<0,05), sehingga terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,644 menunjukkan bahwa responden dengan masa kerja ≥10 tahun memiliki peluang 1,644 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden dengan masa kerja ≤10 tahun.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

5. Hubungan Lama Paparan dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 8 Hubungan Lama Paparan dengan Keluhan Subjektif ISPA

Lama Paparan	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak Memiliki Keluhan	%		
≥ 8 Jam/hari (Berisiko)	30	63,8	17	36,2		
< 8 Jam/hari (Tidak Berisiko)	10	55,6	8	44,4	0,539	1,149
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 8, responden dengan lama paparan ≥8 jam per hari yang mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 30 orang (63,8%), sedangkan pada lama paparan ≤8 jam sebanyak 10 orang (55,6%). Hasil uji Pearson Chi-Square menunjukkan p-value = 0,539 (>0,05), sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama paparan kerja dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,149 (95% CI: 0,721–1,831) menunjukkan bahwa responden dengan lama paparan ≥8 jam per hari memiliki peluang 1,149 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden dengan lama paparan ≤8 jam, namun secara statistik hubungan tersebut tidak signifikan.

6. Hubungan Penggunaan APD/Masker dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 9 Hubungan Penggunaan APD/Masker dengan Keluhan Subjektif ISPA

Penggunaan Masker	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak Memiliki Keluhan	%		
Tidak Pakai (berisiko)	37	64,9	20	35,1		
Pakai Masker (tidak berisiko)	3	37,3	5	62,5	0,243	1,731
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 9, responden yang tidak menggunakan masker dan mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 37 orang (64,9%), sedangkan yang menggunakan masker sebanyak 3 orang (37,5%). Hasil *Fisher's Exact Test* menunjukkan p-value = 0,243 (>0,05), sehingga tidak terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APD/masker dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 1,731 (95% CI: 0,693–4,321) menunjukkan bahwa responden yang tidak menggunakan masker memiliki peluang 1,731 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan yang menggunakan masker, namun secara statistik hubungan tersebut tidak signifikan.

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

7. Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Keluhan Subjektif ISPA

Tabel 10 Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Keluhan Subjektif ISPA

Kebiasaan Merokok	Keluhan Subjektif ISPA				P-Value	PR (95% CI)
	Memiliki Keluhan	%	Tidak Memiliki Keluhan	%		
Perokok Aktif (berisiko)	38	71,7	15	28,3		
Tidak Merokok (tidak berisiko)	2	16,7	10	83,3	<0,01	4,302
Total	40	61,5	25	38,5		

Berdasarkan Tabel 10, responden perokok aktif yang mengalami keluhan subjektif ISPA sebanyak 38 orang (71,7%), sedangkan pada responden yang tidak merokok sebanyak 2 orang (16,7%). Hasil *Fisher's Exact Test* menunjukkan p-value <0,001 (<0,05), sehingga terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan subjektif ISPA. Nilai PR sebesar 4,302 (95% CI: 1,200–15,417) menunjukkan bahwa perokok aktif memiliki peluang 4,302 kali mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan responden yang tidak merokok.

PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, paparan *particulate matter* (PM) di lingkungan kerja dapat menjadi salah satu faktor yang memengaruhi kesehatan saluran pernapasan pekerja, khususnya terhadap munculnya keluhan subjektif ISPA. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk melihat hubungan antara paparan PM_{10} dan $PM_{2.5}$ serta beberapa karakteristik responden dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Variabel yang diteliti meliputi :

Hubungan PM_{10} dengan Keluhan Subjektif ISPA

Menurut WHO (2021), PM_{10} merupakan partikel dengan diameter aerodinamis ≤10 mikrometer yang dapat masuk ke saluran pernapasan dan menyebabkan iritasi. Paparan PM_{10} secara terus-menerus dapat meningkatkan risiko gangguan pernapasan seperti batuk, sesak napas, iritasi tenggorokan, dan penurunan fungsi paru (World Health Organization, 2021).

Kualitas udara di lingkungan kerja perlu dikendalikan karena keberadaan bahan pencemar dapat menimbulkan gangguan kesehatan, terutama pada saluran pernapasan. Oleh sebab itu, sumber pencemar harus dikendalikan agar pekerja tidak mengalami gangguan kesehatan akibat paparan udara yang tercemar. Temuan ini didukung oleh penelitian (Ahmad et al., 2018) di Allakuang Village, Sulawesi Selatan, paparan partikulat berukuran ≤10 μm yang terhirup secara terus-menerus berpotensi meningkatkan kejadian gangguan saluran pernapasan, terutama pada individu yang lebih sering beraktivitas di lingkungan tertutup.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,068 (p>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi PM_{10} dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Meskipun tidak ditemukan hubungan yang signifikan, nilai p-value yang diperoleh sebesar 0,068 menunjukkan bahwa hubungan antara PM_{10} dan keluhan subjektif ISPA berada dekat dengan batas signifikansi 0,05. Kondisi ini

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

menunjukkan bahwa hubungan antara konsentrasi PM_{10} dan keluhan subjektif ISPA memiliki kecenderungan untuk bermakna secara statistik, namun bukti yang diperoleh pada penelitian ini belum cukup kuat untuk menyimpulkan adanya hubungan yang signifikan pada tingkat kepercayaan 95%.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Aditya Wahyu Dwikurniawan (2023) yang menemukan bahwa parameter PM10 tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA di Kota Medan tahun 2021–2022 dengan nilai p-value sebesar 0,459 (Dwikurniawan, 2023). Namun, Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Kahfi (2025) pada pekerja kapal Phinisi di Kabupaten Bulukumba yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara paparan PM_{10} dan keluhan subjektif ISPA dengan nilai p = 0,001. Penelitian tersebut menyatakan bahwa semakin tinggi paparan PM_{10} yang diterima pekerja maka semakin besar risiko terjadinya keluhan subjektif ISPA (Kahfi et al., 2025).

Hubungan $PM_{2,5}$ dengan Keluhan Subjektif ISPA

Partikulat $PM_{2,5}$ yaitu partikel udara berukuran sangat kecil dengan diameter aerodinamis ≤2,5 mikrometer yang mampu masuk hingga ke saluran pernapasan bagian bawah dan alveoli paru. Karena ukurannya yang sangat halus, $PM_{2.5}$ dapat menembus mekanisme pertahanan saluran pernapasan dan menyebabkan peradangan, iritasi, penurunan fungsi paru, serta berbagai gangguan kesehatan pernapasan. Paparan $PM_{2.5}$ dalam jangka panjang dapat meningkatkan risiko penyakit pernapasan, penyakit kardiovaskular, dan kematian dini akibat gangguan sistem pernapasan (World Health Organization, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,040 ($p<0,05$), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kadar $PM_{2,5}$ dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. adanya hubungan antara kadar $PM_{2,5}$ dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X disebabkan oleh tingginya paparan partikulat halus yang dihasilkan selama proses produksi. Partikulat $PM_{2,5}$ yang terhirup secara terus-menerus dapat mengendap pada saluran pernapasan dan paru-paru sehingga meningkatkan risiko terjadinya gangguan pernapasan. Semakin tinggi konsentrasi $PM_{2.5}$ yang terpapar pada pekerja, maka semakin besar pula kemungkinan munculnya keluhan subjektif ISPA.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Tampubolon dan Ramdhan (2024) yang menemukan hubungan signifikan antara paparan $PM_{2,5}$ dengan gangguan pernapasan pada pekerja ($p=0,050$), dengan risiko 4,8 kali lebih besar pada pekerja yang terpapar $PM_{2,5}$ tinggi (Tampubolon & Ramdhan, 2024). Penelitian (Medyati et al., 2023) juga menunjukkan bahwa paparan debu dan partikulat yang tinggi meningkatkan kecenderungan terjadinya gangguan pernapasan pada pekerja.

Hubungan Usia dengan Keluhan Subjektif ISPA

Fungsi sistem pernapasan dipengaruhi oleh berbagai faktor fisiologis, salah satunya adalah usia. Seiring bertambahnya usia, terjadi perubahan struktur dan fungsi paru yang ditandai dengan berkurangnya elastisitas jaringan paru, menurunnya kemampuan pengembangan dinding dada, serta penurunan kapasitas vital paru (Guyton & Hall, 2021). Kapasitas difusi paru, ventilasi paru, ambilan oksigen, kapasitas vital, dan fungsi paru lainnya akan menurun seiring bertambahnya usia sehingga seseorang menjadi lebih rentan mengalami ISPA (Yunus et al., 2020).

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,390 (p>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara usia dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Menurut peneliti, kondisi tersebut dapat disebabkan karena sebagian besar responden berada pada kelompok usia produktif sehingga perbedaan fungsi fisiologis sistem pernapasan antar kelompok usia belum terlalu besar.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Nurrizqi et al., 2018) pada pekerja industri mebel di Kota Pasuruan yang menunjukkan bahwa umur tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan keluhan ISPA pada pekerja. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa paparan debu di lingkungan kerja serta faktor perilaku kerja lebih berpengaruh terhadap timbulnya keluhan ISPA dibandingkan faktor umur pekerja. Temuan ini juga didukung oleh penelitian Sunaryo dan Rhomadhoni (2021) yang menunjukkan bahwa keluhan subjektif saluran pernapasan pada pekerja lebih banyak dipengaruhi oleh intensitas dan lama paparan debu dibandingkan faktor usia (Sunaryo & Rhomadhoni, 2021).

Hubungan Masa Kerja dengan Keluhan Subjektif ISPA

Menurut International Labour Organization (2020), masa kerja berkaitan dengan lamanya pajanan yang diterima pekerja selama bekerja. Semakin lama masa kerja pada lingkungan yang memiliki faktor bahaya, semakin besar akumulasi pajanan yang dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan pada pekerja (ILO, 2020).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,032 (p<0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Menurut peneliti, hubungan masa kerja dengan keluhan subjektif ISPA disebabkan oleh akumulasi paparan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} dalam jangka panjang. Pekerja dengan masa kerja lebih lama cenderung menerima paparan yang lebih besar sehingga meningkatkan risiko gangguan saluran pernapasan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Berlian et al., 2023) yang menemukan bahwa masa kerja berhubungan signifikan dengan gejala gangguan pernapasan pada pekerja yang terpapar debu industri. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa pekerja dengan masa kerja yang lebih lama memiliki risiko lebih tinggi mengalami keluhan pernapasan akibat akumulasi pajanan debu selama bertahun tahun . Semakin lama masa kerja seseorang maka semakin besar peluang terpapar debu dan polutan udara di lingkungan kerja sehingga risiko terjadinya gangguan pernapasan juga meningkat (Pratiwi & T.A., 2024)

Hubungan Lama Paparan dengan Keluhan Subjektif ISPA

Lama paparan merupakan salah satu faktor yang dapat memengaruhi kesehatan pekerja. Semakin lama seseorang terpapar debu di lingkungan kerja, maka semakin besar jumlah partikel yang masuk ke dalam saluran pernapasan. Paparan debu yang berlangsung dalam waktu yang lama dapat meningkatkan risiko gangguan pernapasan karena partikel yang terhirup akan terakumulasi pada saluran napas dan paruparu. Lamanya waktu paparan terhadap faktor bahaya di lingkungan kerja dapat meningkatkan risiko terjadinya gangguan kesehatan akibat kerja, termasuk gangguan pada sistem pernapasan.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,539 (p>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara lama paparan kerja dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT Jaya Beton Indonesia. Menurut peneliti, tidak

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

ditemukannya hubungan yang signifikan antara lama paparan dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT Jaya Beton Indonesia menunjukkan bahwa perbedaan durasi paparan harian yang dialami pekerja belum cukup besar untuk memengaruhi munculnya keluhan subjektif ISPA secara nyata. Meskipun secara deskriptif pekerja dengan lama paparan >8 jam per hari memiliki proporsi keluhan subjektif ISPA yang lebih tinggi dibandingkan pekerja dengan lama paparan <8 jam per hari, perbedaan tersebut tidak menunjukkan hubungan yang bermakna secara statistik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Oktafiani & Darnoto, 2026) pada pekerja bagian pengamplasan kayu di CV Kayu Alam Makmur Ponorogo yang menunjukkan bahwa durasi bekerja tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan gangguan pernapasan (p=0,899). Namun, hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian (Ramadhansyah et al., 2023) yang menunjukkan bahwa faktor paparan debu berhubungan dengan munculnya gejala gangguan pernapasan pada pekerja industri batu bata.

Hubungan Penggunaan APD/Masker dengan Keluhan Subjektif ISPA

Penggunaan masker merupakan salah satu bentuk pengendalian risiko yang bertujuan untuk melindungi pekerja dari paparan debu, partikulat, dan kontaminan udara lainnya yang dapat masuk ke saluran pernapasan. Alat pelindung diri berfungsi sebagai penghalang terakhir dalam mencegah kontak antara pekerja dengan bahaya di lingkungan kerja. Penggunaan masker yang sesuai standar dapat mengurangi jumlah partikel debu yang terhirup sehingga risiko terjadinya gangguan pernapasan dapat diminimalkan.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value sebesar 0,243 (p>0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APD/ masker saat bekerja dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Menurut peneliti, tidak adanya hubungan signifikan antara penggunaan masker dengan keluhan subjektif ISPA kemungkinan disebabkan oleh distribusi penggunaan masker yang tidak merata, karena sebagian besar pekerja tidak menggunakan masker. Selain itu, tingginya paparan $PM_{2.5}$ dan PM_{10} menyebabkan pekerja tetap berisiko mengalami keluhan pernapasan sehingga pengaruh penggunaan masker tidak terlihat signifikan secara statistik.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Medyati, Irjayanti, dan Isnaini (2023) pada pekerja industri mebel di Distrik Abepura yang menunjukkan bahwa penggunaan alat pelindung diri tidak memiliki hubungan yang signifikan dengan gejala subjektif gangguan pernapasan. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa efektivitas masker sangat dipengaruhi oleh kepatuhan penggunaan, jenis masker yang digunakan, serta kondisi lingkungan kerja yang memiliki tingkat paparan debu yang berbeda-beda (Medyati et al., 2023).

Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Keluhan Subjektif ISPA

Kebiasaan merokok merupakan salah satu faktor risiko utama terjadinya gangguan saluran pernapasan. Asap rokok mengandung lebih dari 7.000 senyawa kimia, dimana ratusan di antaranya bersifat toksik dan puluhan lainnya bersifat karsinogenik. Zat-zat seperti nikotin, tar, karbon monoksida, amonia, dan partikel halus dapat mengiritasi saluran pernapasan, merusak silia pada mukosa bronkus, serta menurunkan kemampuan sistem pertahanan paru dalam membersihkan partikel asing yang masuk ke dalam tubuh. Akibatnya, perokok lebih

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

rentan mengalami infeksi saluran pernapasan, termasuk ISPA (Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, 2023).

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai p-value <0,001 (p<0,05), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X. Dengan demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pekerja yang memiliki kebiasaan merokok memiliki risiko yang lebih tinggi mengalami keluhan subjektif ISPA dibandingkan pekerja yang tidak merokok. Semakin sering dan semakin lama seseorang terpapar asap rokok, maka semakin besar pula kemungkinan terjadinya gangguan pada sistem pernapasan, karena pekerja tidak hanya terpapar asap rokok, tetapi juga bekerja pada lingkungan yang mengandung partikulat $PM_{2.5}$ dan PM_{10}. Oleh karena itu, kebiasaan merokok dapat menjadi salah satu faktor yang berkontribusi terhadap munculnya keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT X.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian (Nurrizqi et al., 2018) yang menunjukkan bahwa kebiasaan merokok berhubungan dengan meningkatnya risiko gangguan pernapasan pada pekerja industri mebel. Penelitian tersebut menjelaskan bahwa paparan asap rokok yang berlangsung terus-menerus dapat menyebabkan peradangan pada saluran napas sehingga meningkatkan risiko munculnya gejala gangguan pernapasan. Hasil penelitian ini juga didukung oleh penelitian Hikmi (2023) yang menemukan bahwa pekerja yang memiliki kebiasaan merokok cenderung lebih berisiko mengalami gangguan pernapasan dibandingkan pekerja yang tidak merokok (Hikmi, 2023).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian pada pekerja PT X Tahun 2026, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara konsentrasi $PM_{2.5}$ (p=0,040), masa kerja (p=0,032), dan kebiasaan merokok (p<0,01) dengan keluhan subjektif ISPA. Sementara itu, konsentrasi PM_{10} (p=0,068), usia (p=0,390), lama paparan (p=0,539), dan penggunaan APD/masker (p=0,243) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan dengan keluhan subjektif ISPA. Secara keseluruhan, hasil penelitian menunjukkan bahwa paparan $PM_{2.5}$, masa kerja yang lebih lama, dan kebiasaan merokok merupakan faktor yang berhubungan dengan keluhan subjektif ISPA pada pekerja PT Jaya Beton Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

Ahmad, H., Wulandari, R. A., Zakianis, Azizah, F. N., & Ashar, Y. K. (2018). *The Determinant Factors of Acute Respiratory Infections (ARI) among Housewives in Allakuang Village , South Sulawesi , Indonesia*. *2018*, 502–512. https://doi.org/10.18502/kls.v4i4.2312

Annisa, A. P. F. D., & Achmadi, U. F. (2020). Hubungan Konsentrasi Kadar Debu PM10 dengan Kejadian Gejala ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) pada Pekerja Proyek Konstruksi X di Depok Tahun 2018. *Jurnal Nasional Kesehatan Lingkungan Global*, *1*(3), 1–13. https://doi.org/10.7454/jnklg.v1i3.1018

Berlian, A. I., Setiani, O., Sulistiyani, S., Raharjo, M., & Darundiati, Y. H. (2023). The Relationship of Dust Exposure with Respiratory Disorders Symptoms Among Textile Industry Workers. *Journal of Ecological Engineering*, *24*(3), 35–46. https://doi.org/10.12911/22998993/157389

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

Dwikurniawan, A. W. (2023). *Analisis Tren Tingkat Pencemaran Udara dan Kejadian ISPA di Kota Medan Tahun 2021-2022* [Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara]. https://repositori.usu.ac.id/handle/123456789/88451

Fikri, E., Dewi, D. R., & Juariah, L. (2025). Analisis risiko kesehatan lingkungan (ARKL) pajanan PM2.5 dan PM10 pada pekerja PT Beton Elemenindo Perkasa tahun 2024. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, *24*(1), 115–122.

Guyton, A. C., & Hall, J. E. (2021). *Guyton and Hall Textbook of Medical Physiology* (14th Editi). Elsevier.

Hikmi, N. (2023). Hubungan masa kerja, kebiasaan merokok, dan paparan debu (PM10) dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja industri mebel kayu di Kelurahan Sungai Sapih, Kecamatan Kuranji, Kota Padang. *Media Ilmu*, *7*(2), 123–130. https://jurnal.umsb.ac.id/index.php/mediailmu/article/view/4476

ILO. (2020). *Summary Worklife Exposure Measures*. ILO Encyclopaedia of Occupational Health and Safety. https://www.iloencyclopaedia.org/part-iv-66769/epidemiology-and-statistics-3275/item/410-summary-worklife-exposure-measures

Kahfi, M., Rahmah, N., & Suryadi, I. (2025). Paparan particulate matter (PM10) terhadap keluhan subjektif infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja kapal Phinisi di Kabupaten Bulukumba. *Jurnal Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika Dan Masyarakat*, *25*(1), 55–65.

Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. (2023). *Bahaya Merokok Bagi Kesehatan*. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.

Kementrian Kesehatan. (2023). *Survei Kesehatan Indonesia 2023 dalam Angka*. Badan Kebijakan Pembangunan Kesehatan, Kementerian Kesehatan RI. https://docu.bkkbndiy.id/wp-content/uploads/2024/05/SKI_2023-DALAM-ANGKA_BKPK_KEMENKES_compressed.pdf

Medyati, N., Irjayanti, A., & Isnaini, L. (2023). Faktor yang Berhubungan dengan Gejala Subjektif Gangguan Pernapasan pada Pekerja Industri Mebel di Distrik Abepura. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, *22*(2), 152–159. https://doi.org/10.14710/jkli.22.2.152-159

Nurrizqi, M. A., Wardani, H. E., & Gayatri, R. W. (2018). Hubungan riwayat penyakit, APD, pendidikan, dan umur dengan keluhan ISPA pada pekerja di kawasan industri mebel Kelurahan Bukir Kecamatan Gadingrejo Kota Pasuruan. *Jurnal Sport Sciens and Health*, *1*(1), 39–50.

Oktafiani, S., & Darnoto, S. (2026). Hubungan Debu Lingkungan Kerja terhadap Gangguan Pernapasan Pada Karyawan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, *15*(02), 173–180. https://doi.org/10.33221/jikm.v15i02.4369

Pratiwi, A. P., & T.A., T. D. (2024). Hubungan Masa Kerja dan Penggunaan APD dengan Keluhan Gangguan Pernapasan pada Pekerja Mebel. *Jurnal Keolahragaan JUARA*, *4*(1), 157–163. https://doi.org/10.37304/juara.v4i1.13565

Copyright©2026: Suhada Ramadhanu, Yulia Khairina Ashar, Susilawati, Putra Apriadi Siregar, & Muhammad Zali

Ramadhansyah, M., Setiani, O., Budiyono, Sulistiyani, & Joko, T. (2023). Risk factor analysis of dust exposure with symptoms of respiratory disorder in brick industry workers in Tegowanuh Sub-District, Kaloran District, Temanggung Regency. *Jurnal Presipitasi*, *20*(1), 126–139.

Sangkham, S., Phairuang, W., Sherchan, S. P., Pansakun, N., Munkong, N., Sarndhong, K., Islam, M. A., & Sakunkoo, P. (2024). An update on adverse health effects from exposure to PM2.5. *Environmental Advances*, *18*(September), 100603. https://doi.org/10.1016/j.envadv.2024.100603

Sunaryo, M., & Rhomadhoni, M. N. (2021). Analisis kadar debu respirabel terhadap keluhan kesehatan pada pekerja. *Jurnal Kesmas (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*, *8*(2), 63–70.

Tampubolon, A. W., & Ramdhan, D. H. (2024). Hubungan Konsentrasi PM2,5 dengan Keluhan Gangguan Pernapasan pada Pekerja Uji Mekanis di UP PKB Pulo Gadung. *National Journal of Occupational Health and Safety*.

Vega, E., Lopez-Veneroni, D., Ramirez, O., Chow, J. C., & Watson, J. G. (2021). Particle-bound PAHs and Chemical Composition, Sources and Health Risk of PM2.5 in a Highly Industrialized Area. *Aerosol and Air Quality Research*, *21*(10), 210047. https://doi.org/10.4209/aaqr.210047

Vinnikov, D., Abenova, A., Raushanova, A., & Rapisarda, V. (2023). Occupational exposure to fine particulate matter in the reinforced concrete production and its association with respiratory symptoms and lung function. *BMC Public Health*. https://doi.org/10.1186/s12889-023-16753-x

World Health Organization. (2021). *WHO Global Air Quality Guidelines: Particulate Matter (PM2.5 and PM10), Ozone, Nitrogen Dioxide, Sulfur Dioxide and Carbon Monoxide*. World Health Organization. https://www.who.int/publications/i/item/9789240034228

World Health Organization. (2022). *Billions of people still breathe unhealthy air: new WHO data*. World Health Organization. https://www.who.int/news/item/04-04-2022-billions-of-people-still-breathe-unhealthy-air-new-who-data

World Health Organization. (2024). *The top 10 causes of death*. World Health Organization. https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/the-top-10-causes-of-death

Yunus, M., Raharjo, W., & Fitriangga, A. (2020). Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) pada pekerja PT . X Factors related to acute respiratory infection (ARI) incidence among workers at PT . X. *Kesehatan*, *6*(1), 21–30.