

## Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026

### *Factors Associated with Respiratory Disorders (Chronic Obstructive Pulmonary Disease) Among Workers at Tawaqal Wood Factory, Tanjung Morawa, in 2026*

Vania Karen Octaviani Munthe<sup>1\*</sup>, Emiya Pepayosa Bangun<sup>2</sup>, Keleng Ate Ginting<sup>3</sup>, Layari Tarigan<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup> Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam Jl. Sudirman No. 38 Lubuk Pakam Kab. Deli Serdang – Sumatera Utara (20512), Indonesia  
Email : [vaniakaren46@gmail.com](mailto:vaniakaren46@gmail.com)

#### Abstrak

**Latar Belakang:** Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan gangguan pernapasan yang dapat disebabkan oleh paparan faktor risiko lingkungan kerja, terutama pada industri pengolahan kayu yang menghasilkan debu kayu. Paparan debu secara terus-menerus dapat menyebabkan gangguan fungsi paru pada pekerja. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026. Metode Penelitian: Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan desain *cross-sectional*. Penelitian dilakukan di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa pada Januari–Juni 2026. Populasi penelitian sebanyak 60 pekerja dengan teknik pengambilan sampel menggunakan total sampling, sehingga seluruh populasi dijadikan responden. Pengumpulan data menggunakan kuesioner yang mencakup variabel umur, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), kebiasaan merokok, dan gangguan pernapasan (PPOK). Analisis data menggunakan uji *Chi-Square* dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ). Hasil Penelitian: Hasil penelitian menunjukkan adanya hubungan antara umur ( $p\text{-value} = 0,042$ ), masa kerja ( $p\text{-value} = 0,022$ ), penggunaan APD ( $p\text{-value} = 0,025$ ), dan kebiasaan merokok ( $p\text{-value} = 0,000$ ) dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja. Kesimpulan: Umur, masa kerja, penggunaan APD, dan kebiasaan merokok berhubungan dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Pengendalian paparan debu, peningkatan kepatuhan penggunaan APD, dan edukasi berhenti merokok diperlukan untuk mencegah gangguan pernapasan akibat kerja.

**Kata Kunci :** PPOK, pekerja kayu, debu kayu, APD, merokok, kesehatan kerja.

#### Abstract

**Methods:** This study used a quantitative approach with a *cross-sectional* design. The research was conducted at Tawaqal Wood Factory, Tanjung Morawa, from January to June 2026. The study population consisted of 60 workers, with total sampling as the sampling technique, involving all workers as respondents. Data were collected using a questionnaire covering age, length of employment, personal protective equipment (PPE) use, smoking habits, and respiratory disorders (COPD). Data analysis was performed using the *Chi-Square* test with a 95% confidence level ( $\alpha = 0.05$ ). Results: The findings showed significant associations between age ( $p\text{-value} = 0.042$ ), length of employment ( $p\text{-value} = 0.022$ ), PPE use ( $p\text{-value} = 0.025$ ), and smoking habits ( $p\text{-value} = 0.000$ ) with respiratory disorders (COPD) among workers. Conclusion: Age, length of employment, PPE use, and smoking habits were associated with respiratory disorders (COPD) among workers at Tawaqal Wood Factory, Tanjung Morawa. Controlling wood dust exposure, improving PPE compliance, and providing smoking cessation education are needed to prevent occupational respiratory disorders.

**Keywords:** COPD, wood workers, wood dust, PPE, smoking, occupational health.

\*Corresponding Author: Vania Karen Octaviani Munthe Institut Kesehatan Medistra Lubuk Pakam, Deli Serdang Indonesia

E-mail : [vaniakaren46@gmail.com](mailto:vaniakaren46@gmail.com)

Doi : 10.35451/jkg.v9i1.3951

Received : September 23, 2026. Accepted: Oktober 01, 2026. Published: Oktober 30, 2026

Copyright (c) 2026 Vania Karen Octaviani Munthe Creative Commons License This work is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License

## **1. PENDAHULUAN**

Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) merupakan salah satu penyakit tidak menular yang menjadi permasalahan kesehatan global karena menyebabkan penurunan fungsi paru secara progresif, keterbatasan aktivitas, peningkatan angka kesakitan, serta kematian dini. PPOK ditandai oleh hambatan aliran udara yang menetap akibat respons inflamasi kronis pada saluran napas dan jaringan paru terhadap paparan partikel atau gas berbahaya dalam jangka panjang. World Health Organization (WHO) menyebutkan bahwa PPOK menjadi salah satu penyebab utama kematian di dunia dan memberikan dampak besar terhadap kualitas hidup penderita serta beban ekonomi sistem kesehatan [1].

PPOK tidak hanya dipengaruhi oleh faktor individu seperti kebiasaan merokok, tetapi juga berkaitan dengan faktor lingkungan dan pekerjaan. Paparan zat berbahaya di lingkungan kerja, seperti debu, asap, gas, dan bahan kimia tertentu, dapat menyebabkan inflamasi kronis pada saluran pernapasan yang berkontribusi terhadap penurunan fungsi paru. International Labour Organization (ILO) menjelaskan bahwa penyakit akibat kerja yang berkaitan dengan gangguan pernapasan masih menjadi salah satu masalah utama dalam keselamatan dan kesehatan kerja, terutama pada sektor industri dengan paparan debu yang tinggi [2].

Industri pengolahan kayu merupakan salah satu jenis pekerjaan yang memiliki risiko tinggi terhadap gangguan sistem pernapasan. Aktivitas produksi seperti pemotongan kayu, pengamplasan, pengeboran, dan proses finishing menghasilkan debu kayu (*wood dust*) yang dapat terhirup oleh pekerja. Partikel debu kayu dengan ukuran kecil mampu masuk hingga saluran pernapasan bagian bawah dan menyebabkan iritasi, inflamasi kronis, serta gangguan fungsi paru apabila terjadi paparan secara terus-menerus [3].

Paparan debu kayu dalam jangka panjang dapat menyebabkan berbagai gangguan kesehatan, mulai dari gejala pernapasan seperti batuk, sesak napas, dan produksi dahak hingga gangguan fungsi paru yang lebih serius. Debu organik dari kayu dapat memicu respons imun dan inflamasi melalui peningkatan stres oksidatif serta kerusakan jaringan epitel saluran pernapasan. Kondisi tersebut dapat mempercepat terjadinya penurunan fungsi paru dan meningkatkan risiko penyakit pernapasan kronis termasuk PPOK pada pekerja industri kayu [4].

Beban risiko PPOK pada pekerja tidak hanya ditentukan oleh tingkat paparan debu, tetapi juga dipengaruhi oleh faktor individu dan karakteristik pekerjaan. Faktor usia, masa kerja, kebiasaan merokok, riwayat penyakit pernapasan, serta status kesehatan pekerja dapat memengaruhi kerentanan terhadap gangguan paru. Selain itu, faktor pekerjaan seperti durasi paparan, konsentrasi debu di tempat kerja, sistem ventilasi, dan penggunaan alat pelindung diri (APD) menjadi faktor penting yang berhubungan dengan kejadian gangguan pernapasan akibat kerja [5].

Masa kerja yang panjang menyebabkan akumulasi paparan debu yang lebih besar sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan fungsi paru. Semakin lama seseorang bekerja pada lingkungan dengan paparan debu tinggi, semakin besar peluang terjadinya perubahan struktur dan fungsi saluran pernapasan. Selain itu, penggunaan APD berupa masker respirator memiliki peran penting dalam mengurangi jumlah partikel debu yang masuk ke dalam tubuh pekerja. Namun, kepatuhan penggunaan APD masih menjadi tantangan karena dipengaruhi oleh tingkat pengetahuan, kenyamanan, ketersediaan fasilitas, serta budaya keselamatan kerja di lingkungan industri [6].

Menurut laporan Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease (GOLD), pencegahan PPOK dapat dilakukan melalui pengendalian faktor risiko, termasuk mengurangi paparan polutan di lingkungan kerja. Pengendalian tersebut dapat dilakukan melalui penerapan higiene industri, perbaikan sistem ventilasi, pengendalian sumber debu, serta penggunaan alat pelindung pernapasan yang sesuai dengan standar keselamatan kerja [7].

Pabrik Kayu Tawaqal yang berlokasi di Tanjung Morawa merupakan salah satu industri pengolahan kayu yang memiliki aktivitas produksi dengan potensi paparan debu kayu terhadap pekerja. Proses pemotongan, penghalusan, dan pengolahan bahan kayu dilakukan secara rutin sehingga pekerja memiliki kemungkinan terpapar

partikel debu selama jam kerja. Kondisi lingkungan kerja tersebut dapat meningkatkan risiko munculnya keluhan pernapasan apabila tidak disertai dengan pengendalian risiko yang optimal.

Berdasarkan hasil observasi awal, belum terdapat informasi yang menggambarkan faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan pernapasan PPOK pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Oleh karena itu, penelitian mengenai “Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026” perlu dilakukan untuk mengetahui faktor risiko yang berkontribusi terhadap gangguan pernapasan pekerja.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi pencegahan penyakit akibat kerja, khususnya gangguan pernapasan pada industri pengolahan kayu. Selain itu, penelitian ini dapat mendukung penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja melalui pengendalian paparan debu, peningkatan kepatuhan penggunaan APD, serta perbaikan kondisi lingkungan kerja.

## **2. METODE**

### **Jenis dan Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan rancangan penelitian cross-sectional. Rancangan ini digunakan untuk mengetahui hubungan antara faktor-faktor risiko, yaitu umur, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan kebiasaan merokok dengan kejadian gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Pengumpulan data variabel independen dan variabel dependen dilakukan pada waktu yang sama untuk mengetahui hubungan antarvariabel yang diteliti.

### **Lokasi dan Waktu Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Pabrik Kayu Tawaqal, Kecamatan Tanjung Morawa, Kabupaten Deli Serdang. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada periode Januari sampai Juni 2026.

### **Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja yang bekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa dengan jumlah sebanyak 60 orang. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode total sampling, yaitu seluruh anggota populasi dijadikan sebagai sampel penelitian. Dengan demikian, jumlah sampel dalam penelitian ini sebanyak 60 responden.

### **Metode Pengumpulan Data**

Pengumpulan data dilakukan menggunakan kuesioner terstruktur yang diberikan kepada responden. Instrumen penelitian memuat pertanyaan mengenai karakteristik responden serta variabel penelitian, meliputi umur, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), kebiasaan merokok, dan kejadian gangguan pernapasan (PPOK). Data dikumpulkan melalui wawancara langsung kepada pekerja Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa menggunakan kuesioner penelitian.

### **Metode Analisis Data**

Analisis data dilakukan secara bertahap, yaitu analisis univariat dan bivariat. Analisis univariat digunakan untuk menggambarkan distribusi frekuensi dan karakteristik setiap variabel penelitian, meliputi karakteristik responden, umur, masa kerja, penggunaan APD, kebiasaan merokok, dan gangguan pernapasan (PPOK).

Analisis bivariat dilakukan menggunakan uji Chi-Square dengan tingkat kepercayaan 95% ( $\alpha = 0,05$ ) untuk mengetahui hubungan antara variabel independen, yaitu umur, masa kerja, penggunaan APD, dan kebiasaan merokok dengan variabel dependen yaitu gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Hubungan antarvariabel dinyatakan bermakna apabila diperoleh nilai  $p\text{-value} < 0,05$ .

## **3. HASIL**

Penelitian ini melibatkan 60 pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa sebagai responden. Hasil penelitian disajikan berdasarkan karakteristik responden, distribusi variabel penelitian, serta hubungan antara

umur, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan kebiasaan merokok dengan gangguan pernapasan (PPOK).

Tabel 1. Karakteristik Responden dan Variabel Penelitian

| Karakteristik                     | Frekuensi (n) | Persentase (%) |
|-----------------------------------|---------------|----------------|
| <b>Umur</b>                       |               |                |
| ≤40 tahun                         | 25            | 41,7           |
| >40 tahun                         | 35            | 58,3           |
| <b>Jenis Kelamin</b>              |               |                |
| Laki-laki                         | 60            | 100,0          |
| <b>Masa Kerja</b>                 |               |                |
| 1–5 tahun                         | 21            | 35,0           |
| 6–10 tahun                        | 39            | 65,0           |
| <b>Penggunaan APD</b>             |               |                |
| Patuh                             | 24            | 40,0           |
| Tidak patuh                       | 36            | 60,0           |
| <b>Kebiasaan Merokok</b>          |               |                |
| Merokok                           | 38            | 63,3           |
| Tidak merokok                     | 22            | 36,7           |
| <b>Gangguan Pernapasan (PPOK)</b> |               |                |
| Ada                               | 40            | 66,7           |
| Tidak ada                         | 20            | 33,3           |
| <b>Total</b>                      | <b>60</b>     | <b>100</b>     |

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa Mayoritas responden berusia lebih dari 40 tahun (58,3%), seluruh responden berjenis kelamin laki-laki, memiliki masa kerja 6–10 tahun (65,0%), tidak patuh menggunakan APD (60,0%), memiliki kebiasaan merokok (63,3%), dan mengalami gangguan pernapasan (66,7%).

Tabel 2. Hubungan Umur dengan Gangguan Pernapasan (PPOK)

| Umur      | Gangguan Pernapasan |      |     |      |       |       | p-Value |
|-----------|---------------------|------|-----|------|-------|-------|---------|
|           | Tidak Ada           |      | Ada |      | Total |       |         |
|           | N                   | %    | n   | %    | n     | %     |         |
| <40 Tahun | 12                  | 48.0 | 13  | 52.0 | 25    | 100.0 | 0,042   |
| >40 Tahun | 8                   | 22.9 | 27  | 77.1 | 35    | 100.0 |         |
| Total     | 20                  | 33.3 | 40  | 66.7 | 60    | 100.0 |         |

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dari 25 responden yang berumur <40 tahun, sebanyak 13 responden (52,0%) mengalami gangguan pernapasan dan 12 responden (48,0%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Sedangkan dari 35 responden yang berumur >40 tahun, sebanyak 27 responden (77,1%) mengalami gangguan pernapasan dan 8 responden (22,9%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan nilai p sebesar  $0,042 < 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara umur dengan gangguan pernapasan pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026. Hal ini menunjukkan bahwa pekerja yang berumur lebih dari 40 tahun cenderung lebih banyak mengalami gangguan pernapasan dibandingkan pekerja yang berumur kurang dari 40 tahun.

Tabel 3. Hubungan Masa Kerja dengan Gangguan Pernapasan (PPOK)

| Masa Kerja | Gangguan Pernapasan |      |     |      |       |       | p-Value |
|------------|---------------------|------|-----|------|-------|-------|---------|
|            | Tidak Ada           |      | Ada |      | Total |       |         |
|            | N                   | %    | n   | %    | n     | %     |         |
| 1-5 Tahun  | 3                   | 14.3 | 18  | 86.7 | 21    | 100.0 | 0,022   |
| 6-10Tahun  | 17                  | 43.6 | 22  | 56.4 | 39    | 100.0 |         |
| Total      | 20                  | 33.3 | 40  | 66.7 | 60    | 100.0 |         |

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dari 21 responden yang memiliki masa kerja 1-5 Tahun, sebanyak 18 responden (85,7%) mengalami gangguan pernapasan dan 3 responden (14,3%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Sedangkan dari 39 responden yang memiliki masa kerja 6-10 Tahun, sebanyak 22 responden (56,4%) mengalami gangguan pernapasan dan 17 responden (43,6%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan nilai  $p$  sebesar  $0,022 < 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara masa kerja dengan gangguan pernapasan pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026.

Tabel 4. Hubungan Penggunaan APD dengan Gangguan Pernapasan (PPOK)

| Penggunaan APD | Gangguan Pernapasan |      |     |      |       |       | p-Value |
|----------------|---------------------|------|-----|------|-------|-------|---------|
|                | Tidak Ada           |      | Ada |      | Total |       |         |
|                | N                   | %    | n   | %    | n     | %     |         |
| Tidak Patuh    | 16                  | 44.4 | 20  | 55.6 | 36    | 100.0 | 0,025   |
| Patuh          | 4                   | 16.7 | 20  | 83.3 | 24    | 100.0 |         |
| Total          | 20                  | 33.3 | 40  | 66.7 | 60    | 100.0 |         |

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dari 36 responden yang tidak patuh menggunakan APD, sebanyak 20 responden (55,6%) mengalami gangguan pernapasan dan 16 responden (44,4%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Sedangkan dari 24 responden yang patuh menggunakan APD, sebanyak 20 responden (83,3%) mengalami gangguan pernapasan dan 4 responden (16,7%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan nilai  $p$  sebesar  $0,025 < 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APD dengan gangguan pernapasan pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026.

Tabel 5. Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Pernapasan (PPOK)

| Kebiasaan Merokok | Gangguan Pernapasan |      |     |      |       |       | p-Value |
|-------------------|---------------------|------|-----|------|-------|-------|---------|
|                   | Tidak Ada           |      | Ada |      | Total |       |         |
|                   | N                   | %    | n   | %    | n     | %     |         |
| Tidak Merokok     | 19                  | 86.4 | 3   | 13.6 | 22    | 100.0 | 0,000   |
| Merokok           | 1                   | 5.0  | 37  | 97.4 | 38    | 100.0 |         |
| Total             | 20                  | 33.3 | 40  | 66.7 | 60    | 100.0 |         |

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa dari 22 responden yang tidak merokok, sebanyak 3 responden (13,6%) mengalami gangguan pernapasan dan 19 responden (86,4%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Sedangkan dari 38 responden yang memiliki kebiasaan merokok, sebanyak 37 responden (97,4%) mengalami gangguan pernapasan dan 1 responden (2,6%) tidak mengalami gangguan pernapasan. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan nilai  $p$  sebesar  $0,000 < 0,05$ , sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan gangguan pernapasan pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026.

#### 4. PEMBAHASAN

##### 1. Hubungan Umur dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 2 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara umur dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Hasil analisis menggunakan uji *Chi-Square* diperoleh nilai  $p$ -value sebesar **0,042** ( $< 0,05$ ), yang menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna secara statistik antara umur dengan kejadian gangguan pernapasan (PPOK). Dari 60 responden, kelompok umur  $> 40$  tahun memiliki proporsi gangguan pernapasan lebih tinggi dibandingkan kelompok umur  $< 40$  tahun. Pada kelompok umur  $> 40$  tahun, sebanyak 27 pekerja (77,1%) mengalami gangguan pernapasan, sedangkan pada kelompok umur  $< 40$  tahun sebanyak 13 pekerja (52,0%) mengalami gangguan pernapasan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa peningkatan usia berhubungan dengan meningkatnya risiko terjadinya gangguan pernapasan pada pekerja industri kayu. Secara fisiologis, proses penuaan menyebabkan perubahan pada sistem respirasi, seperti penurunan elastisitas jaringan paru, berkurangnya kekuatan otot pernapasan, penurunan kapasitas vital paru, serta menurunnya kemampuan mekanisme pertahanan saluran napas dalam mengeluarkan partikel asing. Perubahan tersebut menyebabkan kelompok usia lebih tua menjadi lebih rentan mengalami gangguan fungsi paru ketika terpapar faktor risiko lingkungan kerja, termasuk debu kayu secara terus-menerus [8].

Menurut teori penuaan paru (*lung aging theory*), fungsi paru mengalami penurunan secara alami seiring bertambahnya usia akibat perubahan struktur anatomi dan fisiologi sistem pernapasan. Penurunan fungsi paru tersebut dapat menyebabkan seseorang lebih mudah mengalami hambatan aliran udara, terutama apabila terdapat paparan tambahan seperti debu industri, asap rokok, maupun polutan lingkungan kerja. Kondisi ini menjelaskan mengapa pekerja dengan usia lebih tua memiliki kemungkinan lebih besar mengalami gejala respirasi dibandingkan pekerja usia muda [9].

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Putri et al. yang menyatakan bahwa umur memiliki hubungan signifikan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja yang terpapar debu industri. Pekerja dengan usia lebih tua memiliki risiko lebih besar mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan pekerja dengan usia lebih muda karena adanya akumulasi paparan lingkungan kerja serta proses degeneratif pada sistem pernapasan [10]. Penelitian lain oleh Mehta et al. juga menunjukkan bahwa peningkatan usia merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan penurunan fungsi paru pada kelompok pekerja yang memiliki paparan debu selama bekerja [11].

Pada pekerja industri kayu, faktor umur menjadi semakin penting karena efek paparan debu kayu bersifat kumulatif. Pekerja dengan usia lebih tua umumnya memiliki masa kerja yang lebih panjang sehingga kemungkinan mengalami akumulasi paparan debu lebih besar. Paparan debu kayu secara terus-menerus dapat menyebabkan inflamasi kronis pada saluran pernapasan yang berpotensi mempercepat penurunan fungsi paru dan meningkatkan risiko terjadinya PPOK [12].

Meskipun demikian, pekerja usia muda dalam penelitian ini juga ditemukan mengalami gangguan pernapasan sebesar 52,0%. Hal ini menunjukkan bahwa kejadian gangguan pernapasan tidak hanya dipengaruhi oleh faktor umur, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti intensitas paparan debu, lama bekerja setiap hari, penggunaan alat pelindung diri (APD), kebiasaan merokok, serta kondisi lingkungan kerja. Umur merupakan salah satu faktor predisposisi, tetapi bukan satu-satunya faktor yang menentukan terjadinya gangguan pernapasan pada pekerja industri.

Berdasarkan hasil penelitian ini, pekerja dengan kelompok umur lebih dari 40 tahun perlu mendapatkan perhatian khusus dalam program kesehatan kerja. Upaya pencegahan dapat dilakukan melalui pemeriksaan kesehatan berkala, pemantauan fungsi paru, pengendalian paparan debu, serta peningkatan kepatuhan penggunaan APD. Pemeriksaan fungsi paru secara rutin penting dilakukan terutama pada pekerja dengan usia lebih tua untuk mendeteksi gangguan pernapasan sejak dini dan mencegah perkembangan penyakit menjadi lebih berat.

## **2. Hubungan Masa Kerja dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa**

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Hasil uji statistik menggunakan *Chi-Square* diperoleh nilai *p-value* sebesar **0,022** ( $<0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara penggunaan APD dengan kejadian gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pekerja dengan masa kerja 1–5 tahun mengalami gangguan pernapasan sebanyak 18 orang (86,7%), sedangkan pekerja dengan masa kerja 6–10 tahun yang mengalami gangguan pernapasan sebanyak 22 orang (56,4%).

Penggunaan alat pelindung diri (APD), khususnya pelindung pernapasan seperti masker atau respirator, merupakan salah satu bentuk pengendalian risiko pada pekerja yang terpapar bahaya lingkungan kerja. Dalam konsep hierarki pengendalian risiko, APD menjadi upaya pengendalian terakhir ketika pengendalian pada sumber bahaya dan lingkungan belum mampu menghilangkan paparan secara optimal. Pada industri pengolahan kayu, APD pernapasan memiliki peran penting dalam mengurangi jumlah partikel debu kayu yang masuk melalui saluran pernapasan pekerja.

Debu kayu (*wood dust*) merupakan salah satu bahaya potensial pada industri pengolahan kayu karena partikel debu yang terhirup dapat menyebabkan iritasi saluran pernapasan, inflamasi kronis, serta penurunan fungsi paru. Partikel debu berukuran kecil dapat mencapai saluran pernapasan bagian bawah dan menyebabkan gangguan pertukaran udara di paru-paru apabila paparan berlangsung secara terus-menerus. Penelitian menunjukkan bahwa pekerja yang terpapar debu kayu memiliki risiko lebih tinggi mengalami gejala pernapasan seperti batuk, sesak napas, dan penurunan fungsi paru dibandingkan pekerja yang tidak terpapar [13]

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Berlian et al. yang menyatakan bahwa penggunaan APD masker merupakan salah satu faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja industri kayu. Pekerja yang tidak menggunakan masker memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan fungsi paru karena paparan debu kayu masuk langsung melalui sistem pernapasan tanpa adanya penghalang fisik [14]. Penelitian tersebut juga menjelaskan bahwa faktor penggunaan APD, lama kerja, kebiasaan merokok, dan konsentrasi debu lingkungan kerja secara bersama-sama berkontribusi terhadap perubahan fungsi paru pekerja industri kayu.

Secara teori, penggunaan APD pernapasan dapat mengurangi dosis paparan (*exposure dose*) yang diterima pekerja. Ketika pekerja menggunakan masker yang sesuai dengan jenis bahaya dan digunakan secara konsisten, jumlah partikel debu yang masuk ke paru-paru dapat dikurangi sehingga risiko terjadinya inflamasi kronis pada saluran pernapasan juga dapat ditekan. Sebaliknya, pekerja yang tidak menggunakan APD atau menggunakan APD secara tidak tepat akan menerima paparan debu lebih tinggi sehingga meningkatkan kemungkinan mengalami gangguan pernapasan.

Penelitian lain pada pekerja industri kayu juga menunjukkan bahwa paparan debu kayu berhubungan dengan munculnya gangguan fungsi paru dan keluhan respirasi. Pekerja yang tidak mendapatkan perlindungan pernapasan yang memadai memiliki risiko lebih besar mengalami gangguan kesehatan akibat paparan debu dibandingkan pekerja yang menggunakan perlindungan pernapasan secara rutin [15]. Paparan debu kayu dalam jangka panjang dapat menyebabkan perubahan fungsi paru yang ditandai dengan penurunan kapasitas ventilasi paru dan peningkatan risiko gangguan obstruktif pernapasan.

Namun, hasil penelitian menunjukkan bahwa masih terdapat pekerja yang mengalami gangguan pernapasan meskipun menggunakan APD. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, seperti jenis masker yang digunakan belum sesuai dengan tingkat paparan debu, penggunaan APD yang tidak konsisten selama jam kerja, cara penggunaan masker yang kurang tepat, serta adanya faktor risiko lain seperti usia, masa kerja, dan kebiasaan merokok. APD tidak sepenuhnya menghilangkan risiko penyakit akibat kerja, tetapi berfungsi untuk mengurangi tingkat paparan yang diterima pekerja.

Pada lingkungan kerja industri kayu seperti Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa, penggunaan APD perlu didukung dengan pengendalian lingkungan kerja lainnya, seperti sistem ventilasi yang baik, pengendalian debu pada sumbernya, pembersihan area kerja secara berkala, serta edukasi keselamatan kerja kepada pekerja. Program pemantauan kepatuhan penggunaan APD juga diperlukan agar pekerja memahami pentingnya perlindungan pernapasan dalam mencegah gangguan kesehatan akibat paparan debu.

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa penggunaan APD memiliki peran penting dalam menurunkan risiko gangguan pernapasan pada pekerja industri kayu. Oleh karena itu, perusahaan perlu meningkatkan penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja melalui penyediaan APD yang sesuai standar, pengawasan penggunaan APD, serta pemberian edukasi mengenai risiko paparan debu kayu terhadap kesehatan pernapasan pekerja.

### 3. Hubungan Penggunaan Alat Pelindung Diri (APD) dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 4 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara penggunaan alat pelindung diri (APD) dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Hasil analisis menggunakan uji *Chi-Square* diperoleh nilai p-value sebesar 0,025 ( $<0,05$ ), sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara penggunaan APD dengan kejadian gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja. Berdasarkan hasil penelitian, pekerja yang tidak patuh menggunakan APD memiliki proporsi gangguan pernapasan lebih tinggi yaitu sebanyak 20 orang (55,6%), dibandingkan pekerja yang patuh menggunakan APD yaitu sebanyak 20 orang (83,3%) mengalami gangguan pernapasan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kepatuhan penggunaan APD menjadi salah satu faktor yang berhubungan dengan kejadian gangguan pernapasan pada pekerja industri kayu. Secara teori, APD pernapasan berfungsi sebagai penghalang (*barrier*) antara pekerja dengan bahaya lingkungan kerja, terutama partikel debu yang terdapat di udara. Pada industri pengolahan kayu, pekerja memiliki risiko tinggi terpapar debu kayu (*wood dust*) yang berasal dari proses pemotongan, penggergajian, penghalusan, dan aktivitas produksi lainnya. Debu tersebut dapat masuk melalui saluran pernapasan apabila pekerja tidak menggunakan pelindung pernapasan secara tepat dan konsisten. Paparan debu kayu diketahui dapat menyebabkan iritasi saluran napas, inflamasi kronis, serta gangguan fungsi paru apabila berlangsung dalam waktu lama [16].

Menurut teori hierarki pengendalian risiko K3, penggunaan APD merupakan salah satu metode pengendalian terakhir untuk mengurangi paparan bahaya setelah pengendalian melalui eliminasi, substitusi, rekayasa teknik, dan administratif belum mampu menghilangkan risiko secara keseluruhan. Dalam konteks industri kayu, penggunaan masker atau respirator yang sesuai dapat mengurangi jumlah partikel debu yang terhirup oleh pekerja sehingga menurunkan dosis paparan yang masuk ke paru-paru. Namun, efektivitas APD sangat bergantung pada kepatuhan pekerja, kesesuaian jenis APD, cara penggunaan, serta pemeliharaan alat tersebut [17].

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari et al. yang menunjukkan bahwa pekerja yang tidak menggunakan alat pelindung pernapasan memiliki risiko lebih besar mengalami keluhan gangguan pernapasan dibandingkan pekerja yang menggunakan APD secara rutin. Penggunaan masker secara tidak konsisten menyebabkan pekerja tetap terpapar debu selama aktivitas kerja berlangsung sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan paru [18].

Secara fisiologis, debu yang masuk ke dalam sistem pernapasan dapat menyebabkan aktivasi sistem imun tubuh. Partikel debu yang berukuran kecil dapat mencapai bronkiolus dan alveolus, kemudian memicu pelepasan mediator inflamasi yang menyebabkan peradangan jaringan paru. Apabila paparan terjadi secara terus-menerus, proses inflamasi kronis dapat menyebabkan perubahan struktur saluran napas, peningkatan resistensi jalan napas, dan penurunan fungsi paru yang menjadi karakteristik gangguan obstruktif seperti PPOK [19].

Penelitian oleh Tunggu et al. pada pekerja industri kayu juga menunjukkan bahwa penggunaan APD respirasi memiliki hubungan dengan kejadian gangguan fungsi paru. Pekerja yang tidak menggunakan masker secara konsisten memiliki risiko lebih tinggi mengalami penurunan fungsi paru akibat paparan debu kayu selama bekerja. Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan APD merupakan faktor protektif yang penting dalam mencegah penyakit akibat kerja pada sektor industri dengan paparan debu tinggi [20].

Meskipun demikian, hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa masih terdapat pekerja yang mengalami gangguan pernapasan meskipun patuh menggunakan APD. Kondisi tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor lain, seperti usia, masa kerja, kebiasaan merokok, tingkat paparan debu, lama paparan setiap hari, serta kondisi lingkungan kerja. APD hanya berfungsi mengurangi jumlah paparan yang masuk ke tubuh dan tidak sepenuhnya menghilangkan sumber bahaya. Oleh karena itu, penggunaan APD perlu dikombinasikan dengan pengendalian lingkungan kerja seperti sistem ventilasi yang baik, pengendalian debu pada sumbernya, serta pemantauan kualitas udara di tempat kerja.

Selain faktor ketersediaan APD, tingkat kepatuhan pekerja juga dipengaruhi oleh faktor individu dan organisasi. Pengetahuan mengenai bahaya debu kayu, persepsi risiko, kenyamanan penggunaan masker, pengawasan dari perusahaan, serta budaya keselamatan kerja dapat menentukan perilaku pekerja dalam menggunakan APD. Pekerja yang memahami dampak jangka panjang paparan debu cenderung memiliki kepatuhan lebih baik dalam menggunakan alat pelindung diri. Berdasarkan hasil penelitian ini, peningkatan kepatuhan penggunaan APD menjadi salah satu upaya penting dalam mencegah gangguan pernapasan pada pekerja Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Perusahaan perlu memastikan ketersediaan APD yang sesuai standar, memberikan edukasi mengenai penggunaan APD yang benar, melakukan pengawasan rutin, serta menerapkan program keselamatan dan kesehatan kerja secara berkelanjutan untuk mengurangi risiko penyakit akibat kerja.

#### 4. Hubungan Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Pernapasan (PPOK) pada Pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa

Berdasarkan hasil penelitian pada Tabel 5 menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kebiasaan merokok dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa. Hasil analisis menggunakan uji *Chi-Square* menunjukkan nilai **p-value sebesar 0,000 (<0,05)**, sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kebiasaan merokok dengan kejadian gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja. Berdasarkan hasil penelitian, sebagian besar pekerja yang memiliki kebiasaan merokok mengalami gangguan pernapasan, yaitu sebanyak **37 orang (97,4%)**, sedangkan pada pekerja yang tidak merokok hanya terdapat **3 orang (13,6%)** yang mengalami gangguan pernapasan.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kebiasaan merokok merupakan salah satu faktor risiko penting terhadap terjadinya gangguan pernapasan pada pekerja industri kayu. Rokok mengandung berbagai zat berbahaya seperti nikotin, karbon monoksida, tar, dan berbagai senyawa oksidatif yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem respirasi. Paparan asap rokok secara terus-menerus dapat menyebabkan peradangan kronis pada saluran napas, peningkatan produksi mukus, kerusakan silia epitel bronkus, serta perubahan struktur alveolus yang pada akhirnya dapat menyebabkan hambatan aliran udara seperti yang terjadi pada PPOK [21].

Secara teori, merokok merupakan faktor risiko utama terjadinya PPOK karena asap rokok menyebabkan respons inflamasi kronis pada paru. Partikel toksik dalam asap rokok dapat mengaktifasi sel inflamasi seperti neutrofil dan makrofag yang kemudian menghasilkan mediator inflamasi serta enzim proteolitik. Kondisi tersebut menyebabkan kerusakan jaringan elastis paru, penyempitan saluran napas kecil, dan penurunan kemampuan paru dalam melakukan pertukaran udara. Apabila proses ini berlangsung dalam jangka panjang, dapat terjadi penurunan fungsi paru secara progresif [22].

Pada pekerja industri kayu, risiko gangguan pernapasan akibat merokok dapat menjadi lebih besar karena adanya paparan tambahan dari lingkungan kerja berupa debu kayu. Debu kayu yang masuk ke saluran pernapasan dapat memperburuk proses inflamasi yang telah terjadi akibat paparan asap rokok. Kombinasi antara paparan debu industri dan kebiasaan merokok dapat memberikan efek sinergis terhadap kerusakan paru, sehingga pekerja memiliki risiko lebih tinggi mengalami gangguan fungsi paru dibandingkan individu yang hanya memiliki salah satu faktor risiko [23].

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Azzahri dan Isnaeni pada pengrajin mebel kayu yang menunjukkan adanya hubungan signifikan antara kebiasaan merokok dengan gangguan pernapasan. Penelitian tersebut menemukan bahwa pekerja mebel yang memiliki kebiasaan merokok mempunyai risiko lebih besar mengalami gangguan pernapasan dibandingkan pekerja yang tidak merokok. Hal ini menunjukkan bahwa merokok dapat memperburuk dampak paparan debu kayu terhadap kesehatan sistem pernapasan pekerja [24].

Penelitian lain yang dilakukan oleh Eviansa et al. juga menunjukkan bahwa kebiasaan merokok berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja. Kebiasaan merokok menyebabkan penurunan kapasitas paru akibat paparan zat iritan yang terus-menerus, sehingga pekerja yang merokok memiliki kemungkinan lebih besar mengalami gangguan pernapasan dibandingkan pekerja yang tidak merokok [25].

Besarnya proporsi gangguan pernapasan pada kelompok perokok dalam penelitian ini menunjukkan bahwa perilaku merokok menjadi faktor yang berperan dalam memperburuk kondisi kesehatan paru pekerja. Dari 38 pekerja yang merokok, sebanyak 37 pekerja mengalami gangguan pernapasan. Kondisi tersebut menggambarkan bahwa pekerja yang terpapar debu kayu dan memiliki kebiasaan merokok berada pada kondisi risiko ganda (*double exposure*) terhadap gangguan sistem pernapasan.

Meskipun demikian, terdapat 3 pekerja yang tidak merokok tetapi tetap mengalami gangguan pernapasan. Hal ini menunjukkan bahwa gangguan pernapasan pada pekerja tidak hanya dipengaruhi oleh kebiasaan merokok, tetapi juga dapat dipengaruhi oleh faktor lain seperti umur, masa kerja, tingkat paparan debu kayu, penggunaan APD, kondisi ventilasi lingkungan kerja, dan faktor individu lainnya. Oleh karena itu, pengendalian risiko gangguan pernapasan pada pekerja industri kayu perlu dilakukan secara menyeluruh, tidak hanya melalui pengendalian perilaku merokok tetapi juga melalui pengendalian bahaya di lingkungan kerja.

Berdasarkan hasil penelitian ini, diperlukan upaya pencegahan melalui program berhenti merokok (*smoking cessation program*) bagi pekerja, edukasi mengenai dampak rokok terhadap kesehatan paru, serta pemeriksaan kesehatan berkala terutama pemeriksaan fungsi paru. Selain itu, perusahaan perlu memperkuat penerapan program keselamatan dan kesehatan kerja dengan mengendalikan paparan debu kayu serta memastikan pekerja menggunakan alat pelindung diri secara benar.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian mengenai faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan pernapasan (PPOK) pada pekerja di Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa Tahun 2026, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara faktor umur, masa kerja, penggunaan alat pelindung diri (APD), dan kebiasaan merokok dengan kejadian gangguan pernapasan pada pekerja. Hasil uji *Chi-Square* menunjukkan bahwa umur memiliki hubungan dengan gangguan pernapasan ( $p\text{-value} = 0,042$ ), masa kerja berhubungan dengan gangguan pernapasan ( $p\text{-value} = 0,022$ ), penggunaan APD berhubungan dengan gangguan pernapasan ( $p\text{-value} = 0,025$ ), serta kebiasaan merokok memiliki hubungan yang signifikan dengan gangguan pernapasan ( $p\text{-value} = 0,000$ ). Faktor kebiasaan merokok menunjukkan hubungan paling kuat terhadap kejadian gangguan pernapasan, di mana sebagian besar pekerja yang merokok mengalami gangguan pernapasan. Hal ini menunjukkan bahwa karakteristik individu dan faktor perilaku pekerja berperan dalam meningkatkan risiko gangguan pernapasan, terutama pada lingkungan kerja industri kayu yang memiliki potensi paparan debu. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengendalian risiko melalui peningkatan kepatuhan penggunaan APD, program pengendalian paparan debu, pemeriksaan kesehatan berkala, serta edukasi mengenai bahaya merokok untuk mencegah terjadinya gangguan pernapasan akibat kerja pada pekerja Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Institut Kesehatan Medistra atas dukungan dan fasilitasi yang diberikan dalam pelaksanaan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pimpinan Pabrik Kayu Tawaqal Tanjung Morawa yang telah memberikan izin serta dukungan selama proses penelitian berlangsung. Penulis menyampaikan apresiasi kepada seluruh pekerja Pabrik Kayu Tawaqal yang telah bersedia menjadi responden dan memberikan informasi yang dibutuhkan dalam penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada seluruh pihak yang telah memberikan bantuan, dukungan, dan kontribusi baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Semoga hasil penelitian ini dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu kesehatan kerja serta menjadi masukan dalam upaya pencegahan gangguan pernapasan akibat paparan lingkungan kerja pada industri pengolahan kayu.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] World Health Organization. Chronic obstructive pulmonary disease (COPD). Geneva: World Health Organization; 2023.
- [2] International Labour Organization. Safety and Health at the Heart of the Future of Work: Building on 100 Years of Experience. Geneva: International Labour Organization; 2019.
- [3] International Agency for Research on Cancer. Wood Dust and Formaldehyde. IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Lyon: International Agency for Research on Cancer; 2012.
- [4] Jacobsen G, Schaumburg I, Sigsgaard T, Schlünssen V. Non-malignant respiratory diseases and occupational exposure to wood dust. *Int J Environ Res Public Health*. 2010;7(12):4387-4398.
- [5] Blanc PD, Annesi-Maesano I, Balmes JR, Cummings KJ, Fishwick D, Miedinger D, et al. The occupational burden of nonmalignant respiratory diseases. *Am J Respir Crit Care Med*. 2019;199(11):1312-1334.
- [6] LaDou J, Harrison RJ. Current Occupational and Environmental Medicine. 6th ed. New York: McGraw-Hill Education; 2021.
- [7] Global Initiative for Chronic Obstructive Lung Disease. Global Strategy for Prevention, Diagnosis and Management of COPD: 2024 Report. GOLD; 2024.
- [8] Sharma G, Goodwin J. Effect of aging on respiratory system physiology and immunology. *Clin Interv Aging*. 2006;1(3):253-260.
- [9] Cho SJ, Stout-Delgado HW. Aging and lung disease. *Annu Rev Physiol*. 2020;82:433-459.
- [10] Putri AW, Rahman A, Sari DP. Faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja industri yang terpapar debu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2021;20(2):85-92.
- [11] Mehta AJ, Miedinger D, Keidel D, Bettschart RW, Bircher A, Bridevaux PO, et al. Occupational exposure to dust and lung function decline among workers. *Occup Environ Med*. 2021;78(5):320-327.
- [12] Baur X, Woitowitz HJ, Budnik LT. Asbestos, mineral dust and occupational lung disease: mechanisms and prevention. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(4):2155.
- [13] Bislimovska D, Petrovska S, Minov J. Respiratory symptoms and lung function in never-smoking male workers exposed to hardwood dust. *Open Access Maced J Med Sci*. 2015;3(3):500-505.
- [14] Occupational Safety and Health Administration. Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134. Washington DC: Occupational Safety and Health Administration; 2021.
- [15] Sari RP, Setiani O, Budiyo. Hubungan penggunaan alat pelindung diri dengan gangguan fungsi paru pada pekerja industri yang terpapar debu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2021;20(1):45-52.
- [16] Murgia N, Muzi G. Respiratory diseases in workers exposed to organic dust. *Multidiscip Respir Med*. 2020;15:1-8.
- [17] Tungu AM, Bråtveit M, Mashalla YJS, Moen BE. Respiratory symptoms and lung function among wood workers exposed to dust in Tanzania. *BMC Pulm Med*. 2022;22:1-10.
- [18] Laniado-Laborín R. Smoking and chronic obstructive pulmonary disease (COPD): parallel epidemics of the 21st century. *Int J Environ Res Public Health*. 2009;6(1):209-224.
- [19] Barnes PJ. Cellular and molecular mechanisms of chronic obstructive pulmonary disease. *Clin Chest Med*. 2014;35(1):71-86.
- [20] Mehta AJ, Miedinger D, Keidel D, Bettschart RW, Bircher A, Bridevaux PO, et al. Occupational exposure to dust and lung function decline among workers. *Occup Environ Med*. 2021;78(5):320-327.
- [21] Teschke K, Marion SA, Vaughan TL, Morgan MS, Camp JE. Exposures and pulmonary function in workers exposed to wood dust. *Am J Ind Med*. 1999;35(4):345-355.
- [22] Occupational Safety and Health Administration. Respiratory Protection Standard 29 CFR 1910.134. Washington DC: Occupational Safety and Health Administration; 2021.
- [23] Sari RP, Setiani O, Budiyo. Hubungan penggunaan alat pelindung diri dengan gangguan fungsi paru pada pekerja industri yang terpapar debu. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2021;20(1):45-52.
- [24] Azzahri LM, Isnaeni LM. Hubungan kebiasaan merokok dengan gangguan pernapasan pada pengrajin mebel kayu. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 2023;4(4):6644-6648.
- [25] Eviansa AZ, Rahman A, Ibrahim H. Analisis faktor determinan terhadap gangguan fungsi paru pada pekerja berdasarkan masa kerja dan kebiasaan merokok. *Window of Public Health Journal*. 2022;3(5):850-858.