

## **Scoping Review: Efek Debu terhadap Fungsi Paru pada Penambang Batubara**

**Wiwin Winarti\*, Samsudin Surialaga, Yuniarti**

Prodi Pendidikan Kedokteran, Fakultas Kedokteran, Universitas Islam Bandung, Indonesia.

\*wiwinwinar09@gmail.com, samsudin\_dr@yahoo.co.id, candytone26@gmail.com

**Abstract.** Dust is a solid particle measuring 1-100  $\mu\text{m}$  in the air due to the process of crushing, breaking, and dismantling organic and inorganic materials such as coal. The coal mining process produces fine dust measuring 2.5  $\mu\text{m}$  which can cause lung function disorders and cause respiratory diseases. The purpose of this scoping review is to determine the effect of dust on lung function in coal miners based on the research of the last ten years. This research method was carried out by scoping reviews of articles published by the database Pubmed, SpringerLink, Science direct, and Pro-Quest, published from 2011 to 2021. From 3,687 articles were filtered based on the inclusion criteria into 161 articles, then continued with filtration using the exclusion criteria were obtained 150 articles, and there were six articles duplications so that the articles that met the eligibility criteria based on PICOS were five articles. The analysis results of all articles showed that coal miners experienced a decrease in lung function characterized by decreased spirometry results. The conclusion of this study stated that dust affected lung function in coal miners characterized by impaired lung function either obstructive, restrictive, or mixed with the risk factors are age, smoking, years of service, personal dust exposure, and mine size.

**Keywords:** *Dust, Lung Function, Coal Miners.*

**Abstrak.** Debu merupakan partikel padat berukuran 1-100  $\mu\text{m}$  yang berada di udara karena proses penghancuran, pemecahan, dan pembongkaran bahan organik maupun nonorganik contohnya batu bara. Proses penambangan batu bara menghasilkan debu halus berukuran 2,5  $\mu\text{m}$  yang dapat menyebabkan gangguan fungsi paru dan menimbulkan penyakit pernapasan. *Scoping review* ini bertujuan untuk mengetahui efek debu terhadap fungsi paru pada penambang batu bara berdasarkan penelitian 10 tahun terakhir. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara *scoping review* artikel yang dipublikasikan oleh *database Pubmed, Springerlink, Science direct, dan Pro-Quest*, diterbitkan pada tahun 2011 sampai 2021. Dari 3.687 artikel dilakukan filtrasi berdasarkan kriteria inklusi terdapat 161 artikel, kemudian dilanjutkan dengan filtrasi menggunakan kriteria eksklusi didapat sebanyak 150 artikel dan terdapat duplikasi sebanyak 6 artikel sehingga artikel yang memenuhi kriteria kelayakan berdasarkan PICOS yaitu 5 artikel. Hasil analisis semua artikel menunjukkan penambang batu bara mengalami penurunan fungsi paru ditandai dengan hasil spirometri yang menurun. Kesimpulan penelitian ini menunjukkan debu memiliki efek terhadap fungsi paru pada penambang batu bara ditandai dengan adanya gangguan fungsi paru baik obstruktif, restriktif ataupun campuran dengan faktor resikonya adalah usia, merokok, masa kerja, paparan debu personal, dan ukuran tambang.

**Kata Kunci:** *Debu, Fungsi Paru, Penambang Batubara.*

## A. Pendahuluan

Di Indonesia batu bara merupakan sumber energi yang mendominasi. Pada tahun 2013 berdasarkan Badan Geologi Kementerian Energi dan Sumber Daya Mineral (ESDM), cadangan batu bara di Indonesia adalah 31 milyar ton.<sup>1</sup> Produksi batu bara Indonesia berada di peringkat ke enam dengan jumlah 246 juta ton dan volume eksportnya berada di peringkat ke dua dengan jumlah 203 juta ton.<sup>2,3</sup>

Dalam proses pemanfaatan batu bara banyak melibatkan penambang batu bara sehingga penambang memiliki resiko keselamatan yang tinggi, karena pajanan debu yang terjadi secara terus menerus akan beresiko terhadap gangguan paru.<sup>4</sup> Sehingga kesehatan dan keselamatan kerja bagi penambang batu bara harus diperhatikan.<sup>5</sup> Keselamatan dan kesehatan penambang batu bara dapat dimulai dari tempat kerja yang sehat, hal tersebut dapat diperoleh dengan cara mengendalikan potensi bahaya yang terdapat ditempat ataupun lingkungan kerja, salah satu potensi bahaya yang sering dijumpai pada penambang batu bara adalah debu.<sup>6,7</sup>

Debu merupakan partikel padat berukuran 0,1 sampai 10 mikron yang berasal dari proses penghancuran, peledakan, dan pemecahan bahan organik maupun non organik salah satunya adalah berasal dari batu bara.<sup>6,8</sup> Tahun 2011 berdasarkan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) debu batu bara memiliki nilai ambang batas aman sebesar 2mg/m<sup>3</sup>.<sup>4,9</sup>

Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Simanjuntak, Suwondo, dan Wahyuni (2013) terdapat 26 dari 35 responden yang mengalami kelainan fungsi paru restriktif dengan 11 responden diantaranya menghirup debu dengan nilai ambang batas 2,1 mg/m<sup>3</sup>.<sup>10</sup> Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Windari, Karimuna, dan Teguh, (2016) menunjukkan orang yang bekerja di area yang terpapar debu <3mg/m<sup>3</sup> 6% menunjukkan adanya fungsi paru yang terganggu dan 38% tidak menunjukkan adanya fungsi paru yang terganggu sedangkan pekerja di area yang terpapar debu >3mg/m<sup>3</sup> 26% menunjukkan adanya fungsi paru yang terganggu dan 30% tidak menunjukkan adanya fungsi paru yang terganggu.<sup>11</sup>

Paru adalah organ respirasi yang memiliki fungsi utama dalam pernapasan yaitu berfungsi sebagai ventilasi paru atau tempat keluar masuknya udara dari luar tubuh menuju alveolus, pertukaran dan pengangkutan oksigen dan karbon dioksida. Fungsi paru dapat diukur menggunakan spirometri.<sup>12,13</sup> Pengukuran spirometri dikatakan normal jika nilai rasio *Forced Expiratory Volume in one second* (FEV1)/*Forced Vital Capacity* (FVC)  $\geq 75\%$  dan nilai FVC  $\geq 80\%$ .<sup>14,15</sup> Gangguan fungsi paru diklasifikasikan menjadi obstruktif dan restriktif dengan penggolongan ringan, sedang, dan berat. Dikatakan obstruktif jika nilai FEV1/FVC <75% dan berdasarkan pengukuran FVC, gangguan fungsi restriktif dibagi menjadi kategori ringan jika nilai FVC 60-79% dan kategori sedang jika nilai FVC 30-59% serta kategori berat jika nilai FVC <30%.<sup>16,17</sup>

Terdapat berbagai faktor yang dapat memengaruhi penurunan fungsi paru yaitu faktor pekerjaan atau lingkungan kerja serta faktor nonpekerjaan yaitu usia, jenis kelamin, kebiasaan merokok, suhu, kepatuhan dalam menggunakan alat pelindung diri, metode pengolahan, dan lama pajanan.<sup>4</sup> Berdasarkan *World Health Organization* (WHO) gangguan fungsi paru termasuk kedalam penyakit mematikan ke tiga pada tahun 2012.<sup>18</sup>

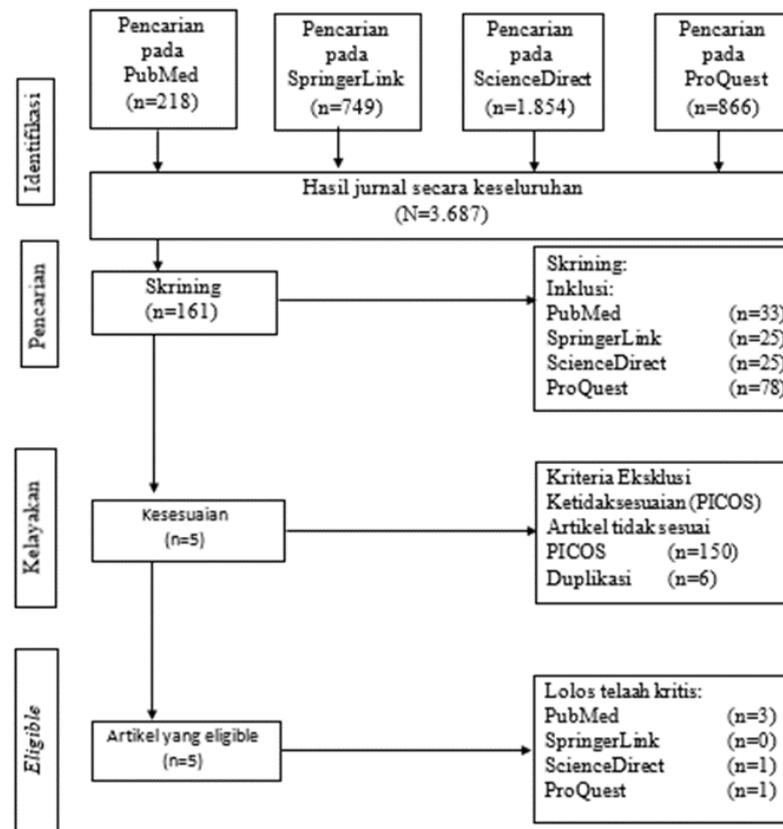
Menurut *International Labour Organization* (ILO), gangguan fungsi paru yang disebabkan karena akumulasi debu pada paru yang mengakibatkan adanya respon jaringan terhadap debu disebut pneumokoniosis dengan gejala berupa batuk lama, berdahak, kelelahan, sesak nafas disertai mengi.<sup>19</sup>

Berdasarkan penjabaran latar belakang diatas, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai efek debu terhadap fungsi paru pada penambang batu bara yang disajikan dengan menggunakan *scoping review*.

## B. Metodologi Penelitian

Tipe penelitian ini menggunakan *scoping review*. Artikel penelitian terkumpul sebanyak 3.687 artikel penelitian dari jurnal internasional yaitu *PubMed*, *SpringerLink*, *ScienceDirect*, dan *ProQuest* menggunakan kata kunci “(Dust and (pulmonary function or lung function or respiratory function) and coal miners)” dan “(Dust and (pulmonary function or lung function

or respiratory function) and coal miners and cross sectional study)". Kemudian artikel tersebut diskriming berdasarkan kriteria inklusi yaitu artikel yang dipublikasi di jurnal internasional terkait efek debu terhadap fungsi paru pada penambang batu bara; artikel yang dipublikasi pada rentang tahun 2011–2021 (10 tahun); artikel original; artikel penelitian *full-text*; artikel berbahasa inggris dan dihasilkan 161 artikel. Selanjutnya artikel diskriming berdasarkan kriteria eksklusi yaitu ketidaksesuaian abstrak artikel dengan judul penelitian (kesesuaian abstrak dengan PICOS); artikel tidak dapat diakses; artikel duplikasi dengan sumber data lainnya. Artikel terkumpul sebanyak 5 artikel yang sesuai dengan PICOS: *Population* (penambang batu bara), *exposure* (debu), *Outcome* (hasil spirometri) dan Studi (*cross sectional study*). Setelah itu, 5 artikel diuji menggunakan telaah kritis berdasarkan daftar tilik pada JBI *Critical Appraisal*.



**Gambar 1.** Tahapan Pencarian dan Pemilihan Artikel

### C. Hasil Penelitian dan Pembahasan

Berikut adalah uraian hasil penelitian sebanyak dua artikel berdasarkan kriteria inklusi, eksklusi dan kelayakan mengenai efek debu terhadap fungsi paru pada penambang batu bara menggunakan metode *scoping review* disajikan dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil *Scoping Review* Efek Debu terhadap Fungsi Paru pada Penambang Batubara

No	Judul/Tahun / Peneliti	Tujuan/Responden /Desain Penelitian	Intervensi/Metode Pengukuran/Analisis	Hasil
1	<i>Association between duration of coal dust</i>	Menilai prevalensi gangguan fungsi paru dan hubungan antara durasi	Penurunan fungsi paru karena terpajan debu batubara diukur	Terdapat adanya penurunan yang sangat signifikan dalam volume

	<i>exposure and respiratory impairment in coal miners of West Bengal, India. 2020</i>  (Shilpi, dkk) <sup>20</sup>	paparan debu dengan indeks fungsi paru pada 230 orang yang terpajan dan 130 orang yang tidak terpajan yang berasal dari pertambangan bawah tanah Bengal, India. Menggunakan <i>cross sectional study</i> .	menggunakan spirometri. Analisis statistik menggunakan uji <i>student's t test</i> , <i>pearson's correlation coefficient (r)</i> , <i>uncorrected pearson's chi square</i> dan <i>fischer's exact tests</i> untuk analisis statistik.	paru pada kelompok yang terpajan serta terdapat korelasi negatif yang tinggi antara hasil spirometri dan waktu paparan antara subjek terpajan dibandingkan yang tidak terpajan.
2	<i>Combined effect of coal dust exposure and smoking on the prevalence of respiratory impairment among coal miners of West Bengal, India. 2019</i>  (Shilpi, dkk) <sup>21</sup>	Mengevaluasi fungsi paru dan mengidentifikasi gejala pernapasan pada 230 penambang yang terpajan debu bawah tanah dan 130 subjek yang tidak terpajan di Bengal Barat, India.	Penurunan fungsi paru karena terpajan debu batubara diukur menggunakan spirometri. Analisis statistik menggunakan uji <i>student's t test</i> . Tingkat signifikansi statistik ditetapkan pada 5%.	Adanya penurunan fungsi paru yang lebih besar pada kelompok terpajan dibanding kelompok tidak terpajan serta terdapat hubungan antara merokok dengan pajanan debu batubara yang menyebabkan fungsi paru lebih terganggu pada kelompok terpajan yang merokok.
3	<i>Effects of occupational exposure to dust on chest radiograph, pulmonary function, blood pressure, and electrocardiogram among</i>	mengamati pengaruh pajanan debu kerja terhadap indeks radiografi dada, fungsi paru, tekanan darah dan elektrokardiogram pada penambang batubara serta mengetahui faktor risiko terkait pada	Penurunan fungsi paru karena terpajan debu batu bara diukur menggunakan spirometri sebanyak tiga kali. Menggunakan model regresi logistik yang terdiri dari variabel	Prevalensi kasus tertinggi tahun 2015-2016 pada penambang batu bara adalah tekanan darah yang abnormal diikuti oleh hasil EKG, fungsi paru, dan radiografi yang abnormal.

	<i>coal miners in an eastern province, China. 2019 (Qiuyun, dkk)<sup>22</sup></i>	11.061 penambang pada tahun 2015 dan 12.597 penambang pada tahun 2016 direkrut dalam penelitian ini.	dependen dan variabel independen.	Berkaitan erat dengan usia, tahun paparan debu, merokok, jenis pekerjaan dan ukuran tambang.
4	<i>Small mine size is associated with lung function abnormality and pneumoconiosis among underground coal miners in Kentucky, Virginia and West Virginia. 2014 (David, dkk)<sup>23</sup></i>	Menggambarkan prevalensi kelainan fungsi paru dan pneumokoniosis pekerja batu bara menurut ukuran tambang di antara penambang batu bara bawah tanah di Kentucky, Virginia dan Virginia Barat. Pada 908 penambang berasal dari tambang kecil dan 2.863 dari pertambangan besar.	Penurunan fungsi paru karena terpajan debu batu bara diukur menggunakan spirometri <i>dry-rolling seal</i> dan diinterpretasikan menggunakan pedoman <i>American Thoracic Society</i> . Data dianalisis menggunakan <i>Statistical Analysis System (SAS) V.9.3</i>	Penambang yang berasal dari pertambangan kecil lebih cenderung memiliki spirometri abnormal dan lebih beresiko terkena penyakit <i>coal worker pneumoconiosis</i> , dan fibrosis masif progresif.
5	<i>Relationship of cumulative dust exposure dose and cumulative abnormal rate of pulmonary function in coal mixture workers. 2016 (Qing, et al)<sup>24</sup></i>	Mengetahui hubungan dosis-respons antara paparan debu kumulatif dan tingkat abnormal kumulatif fungsi paru pada 328 pekerja campuran batubara (kelompok terpajan) direkrut dari tambang batu bara di Tangshan, dan 169 pekerja tidak terpajan debu (kelompok kontrol)	Penurunan fungsi paru karena terpajan debu batu bara diukur menggunakan spirometri AS.507 untuk setiap individu. Perangkat lunak <i>Statistical Product Service Solution (SPSS)</i> versi 17.0 digunakan untuk analisis statistik.	Indeks fungsi paru (FEV1%, FEV1/FVC%, dan FVC%) pada kelompok terpajan secara signifikan lebih rendah daripada pada kelompok kontrol sehingga menunjukkan bahwa indeks fungsi paru pekerja campuran batubara telah menurun secara signifikan.

Hasil penelitian berisi uraian atikel penelitian yang telah di-review berdasarkan kriteria yang telah ditentukan sebelumnya pada kriteria inklusi, kriteria eksklusi dan kriteria kelayakan terpilih 5 artikel yang dianalisis pada *scoping review* ini. Dari artikel yang dipilih, semua artikel merupakan *cross sectional study*. Penelitian dilakukan di Cina, India, Kentucky, Virginia, dan Virginia Barat. Semua penelitian yang di-review menggunakan sampel penambang batu bara. Pengumpulan data primer pada semua penelitian menggunakan spirometri untuk melakukan uji fungsi paru. Untuk mengetahui riwayat merokok, gejala pernapasan, durasi pajanan, dan tipe pekerjaan menggunakan kuesioner dan wawancara secara langsung. Semua artikel yang sudah dianalisis pada *scoping review* ini menyatakan pajanan

debu mempengaruhi penurunan fungsi paru pada penambang batu bara.

Hasil penelitian Shilpi dkk (2020) ketika dilakukan pengukuran fungsi paru menggunakan spirometri sebanyak 3 kali kemudian dirata-ratakan dengan kategori jika FVC >80% dan FEV1/FVC >70% didefinisikan dengan gangguan fungsi paru restriktif, FVC >80% dan FEV1/FVC <70% didefinisikan dengan gangguan fungsi paru obstruktif sedangkan FVC <80% dan FEV1/FVC <70% didefinisikan gangguan fungsi paru campuran. Pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata nilai FVC pada kelompok terpajan yaitu  $2.72 \pm 0.58$  sedangkan pada kelompok tidak terpajan yaitu  $2.97 \pm 0.73$  dan hasil rata-rata nilai FEV1/FVC pada kelompok terpajan yaitu  $78.13 \pm 9.66$  sedangkan pada kelompok tidak terpajan yaitu  $82.61 \pm 5.98$  sehingga hasil keseluruhan indeks fungsi paru secara signifikan dari 230 responden yang terpajan debu batu bara dan 130 responden yang tidak terpajan adalah ( $p < 0,050$ ), gangguan fungsi paru yang tinggi ditemukan pada kelompok terpajan (43,91%) dibandingkan kelompok tidak terpajan (23,85%).<sup>20</sup>

Shilpi dkk (2019) menyatakan hasil penelitiannya terhadap 230 responden yang terpajan debu dan 130 responden yang tidak terpajan menunjukkan nilai FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC masing-masing adalah 2,72; 2,14; dan 78,13 dan nilainya menjadi lebih tinggi pada kelompok yang tidak terpajan yaitu 2,97; 2,46; dan 82,61. Distribusi fungsi paru menurut kebiasaan merokok pada kelompok bukan perokok yang tidak terpajan hasilnya mendekati nilai normal yaitu 90,41% sedangkan pada kelompok yang terpajan dan tidak terpajan yang memiliki kebiasaan merokok nilainya jauh lebih rendah yaitu 32,67%. Distribusi indeks fungsi paru menurut kebiasaan merokok kelompok terpajan dan tidak terpajan menunjukkan nilai rata-rata FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC yaitu  $2.63 \pm 0.53$ ,  $1,99 \pm 0,54$ , dan  $75,63 \pm 11,15$  pada kelompok terpajan yang merokok, hasilnya tersebut lebih rendah nilainya dibanding nilai rata-rata FVC, FEV1, dan rasio FEV1/FVC pada kelompok tidak terpajan yang tidak merokok yaitu  $3,18 \pm 0,75$ ,  $2,66 \pm 0,61$  dan  $83,76 \pm 4,44$ .<sup>21</sup>

Hasil penelitian yang dilakukan Qiuyun dkk (2019) menunjukkan adanya persamaan hasil fungsi paru antara penambang batu bara tahun 2015 dan tahun 2016. Pada penelitian tahun 2015 terdapat 12.597 penambang batu bara dengan persentase laki-laki sebanyak 90,7% dan perempuan sebanyak 9,3% dengan rata-rata usia 42,9 tahun dan rata-rata durasi paparan debunya selama 15,1 tahun. Pada tahun 2016 terdapat 11.279 penambang batu bara dengan persentase laki-laki sebanyak 89% dan perempuan sebanyak 10,5% dengan rata-rata usia 42,8 tahun dan rata-rata durasi paparan debunya selama 15,4 tahun sedangkan untuk usia 41-50 tahun durasi paparan debunya kurang dari 10 tahun. Prevalensi fungsi paru abnormal pada tahun 2015 dan 2016 terjadi pada penambang batu bara laki-laki usia lebih dari 50 tahun, terkena paparan debu lebih dari 20 tahun, bekerja di pertambangan kecil, memiliki kebiasaan merokok dan bekerja di bagian ekstraksi lebih beresiko mengalami fungsi paru yang abnormal dibandingkan dengan penambang batu bara yang berusia antara 30 sampai 50 tahun, terkena paparan debu kurang dari 10-20 tahun, bekerja di pertambangan besar, tidak merokok, dan bekerja di bagian lain selain bagian ekstraksi.<sup>22</sup>

David dkk (2014) menyatakan hasil penelitiannya terhadap 3.771 penambang di Kentucky, Virginia, dan Virginia Barat yang terdiri dari 908 penambang batu bara dari tambang kecil dan 2.863 penambang batu bara dari tambang besar yaitu adanya perbedaan hasil fungsi paru signifikan yang menunjukkan persentase spirometri abnormal lebih tinggi pada penambang yang bekerja di tambang kecil yaitu 18,5% dibandingkan penambang yang bekerja di tambang besar yaitu 13,4%. Gangguan fungsi paru diklasifikasikan menjadi 3 yaitu obstruktif, restriktif dan campuran dengan persentase pada penambang di tambang kecil yaitu 6,7%, 9,3% dan 2,5% sedangkan pada penambang di tambang besar yaitu 4,6%, 7,5% dan 1,3%.<sup>23</sup>

Penelitian Qing dkk (2016) menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan dari hasil spirometri antara penambang yang terpajan dan tidak terpajan. Dari 328 penambang yang terpajan terdapat 115 orang yang memiliki fungsi paru abnormal sedangkan pada kelompok kontrol yang berjumlah 169 orang hanya terdapat 17 orang yang memiliki fungsi paru abnormal. Pada penambang batu bara yang terpajan mengalami penurunan fungsi paru dibandingkan kelompok kontrol, yang dilihat melalui nilai FVC pada penambang yang

terpapaj yaitu 78,2 sedangkan pada kelompok kontrol yaitu 90,4, nilai FEV1 pada penambang yang terpajan yaitu 72,5 sedangkan pada kelompok kontrol yaitu 89,4, dan nilai FEV1/FVC pada penambang yang terpajan yaitu 85,1 sedangkan pada kelompok kontrol yaitu 98,3.<sup>24</sup>

Semua artikel diatas memiliki hasil yang sejalan, sama sama menunjukkan bahwa debu memiliki efek terhadap fungsi paru pada penambang batu bara yaitu menimbulkan gangguan fungsi paru baik obstruktif, restriktif ataupun campuran dengan faktor yang memperberat yaitu usia, merokok, masa kerja, paparan debu personal, dan ukuran tambang.<sup>20–24</sup>

### **Debu Mempengaruhi Fungsi Paru Penambang Batubara**

Debu khususnya debu batu bara dinyatakan memiliki pengaruh terhadap penurunan fungsi paru penambang batu bara pada 5 artikel yang sudah ditelaah. Penurunan fungsi paru tersebut ditandai dengan adanya penurunan nilai FVC, FEV1 dan rasio FEV1/FVC kemudian diklasifikasikan sebagai gangguan fungsi paru obstruktif, restriktif dan campuran.<sup>20–24</sup> Hal ini disebabkan karena pajanan debu yang terjadi secara terus-menerus serta terdapat partikel yang berbahaya jika terinhalasi.<sup>4</sup>

Seperti yang diketahui, debu merupakan partikel padat dengan ukuran 1-100 µm. Partikel debu di tambang batu bara bisa jauh lebih halus daripada yang biasa ditemukan ditempat lain, hal ini terjadi karena mesin yang digunakan untuk pertambangan khususnya tambang batu bara menciptakan debu silika yang sangat kecil sehingga tidak dapat terlihat oleh mata telanjang dan menyebabkan berbagai penyakit paru serius, seperti silikosis, *coal worker pneumoconiosis*, dan penyakit paru obstruktif kronis jika terinhalasi dalam konsentrasi tinggi serta waktu yang lama.<sup>25,26</sup>

### **Karakteristik Penambang Batubara yang Mempengaruhi Fungsi Paru**

#### **Usia Penambang Batubara**

Penambang batu bara yang mengalami gangguan fungsi paru paling banyak pada usia tua karena semakin tua usia maka semakin menurun daya tahan tubuh dan lebih sensitif terhadap gangguan yang mempengaruhi kesehatan. Hal ini sejalan dengan penelitian Qiuyun dkk (2019) yang menyatakan Penambang batu bara dengan usia lebih dari 50 tahun lebih beresiko mengalami fungsi paru abnormal dibandingkan dengan penambang batu bara yang berusia muda.<sup>4,22</sup>

#### **Kebiasaan Merokok**

Pengeluaran partikel padat dan gas ketika merokok sangat beresiko terhadap kesehatan penambang batu bara. Partikel yang berbahaya tersebut diantaranya nikotin, tar, nitrogen sianida, benzoperin, dan asap rokok yang dapat merangsang pengeluaran lendir serta nikotin berperan merusak silia sehingga pembersihan jalan nafas terganggu. Akibatnya lendir menumpuk menyebabkan batuk dan sesak nafas.<sup>9</sup>

Hal tersebut sesuai dengan penelitian shilpi dkk (2019) yang menyatakan kebiasaan merokok dapat menurunkan fungsi paru. Ditemukan pada 65% penambang batu bara yang memiliki kebiasaan merokok mengalami gangguan fungsi paru.<sup>21</sup> Sejalan dengan penelitiannya Qing dkk (2016) yang menunjukkan tingkat abnormal fungsi paru pada penambang yang merokok lebih tinggi dibandingkan yang tidak merokok ditandai dengan adanya penurunan FVC, FEV1 dan rasio FEV1/FVC.<sup>24</sup>

#### **Masa Kerja**

Masa kerja penambang batubara diklasifikasikan menjadi empat kelompok yaitu penambang dengan pengalaman kerja kurang dari 10 tahun, 11-20 tahun, 21-30 tahun, dan 31-40 tahun. Berdasarkan lamanya pengalaman kerja berpengaruh terhadap fungsi paru penambang batu bara. Indeks fungsi paru menjadi memburuk secara signifikan pada penambang batu bara dengan masa kerja 21-40 tahun. Hal itu disebabkan karena pajanan debu berulang dengan waktu yang lama dapat menimbulkan inflamasi kronis dan berpengaruh terhadap penurunan fungsi paru yang signifikan.<sup>20,27</sup>

Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Qiuyun dkk (2019) yang menunjukkan penambang batu bara dengan durasi pajanan lebih dari 20 tahun mengalami penurunan fungsi paru yang signifikan, begitu pula pada penelitian Qing dkk (2016) yang menyatakan penurunan FVC, FEV1 dan rasio FEV1/FVC ditemukan lebih tinggi pada penambang dengan masa kerja 20-30 tahun dibandingkan penambang dengan masa kerja kurang dari 10 tahun.22,24

### **Pajanan Debu Personal**

Berdasarkan *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) tahun 2011 nilai ambang batas aman kadar debu yang terinhalasi adalah sebesar  $2\text{mg}/\text{m}^3$ , sedangkan kadar debu yang terinhalasi oleh penambang batu bara melebihi nilai ambang batas normal yaitu sebesar  $2,19\text{ mg}/\text{m}^3$ . Tingginya kadar debu ditempat kerja dapat menyebabkan gangguan fungsi paru.4

Hal ini sejalan dengan penelitian shilpi dkk (2019) yang menyatakan bahwa tingkat debu batu bara lebih tinggi yaitu  $3,36\text{ mg}/\text{m}^3$  ditempat pemilihan utama batu bara, diikuti  $2,02\text{ mg}/\text{m}^3$  dipermukaan bawah tanah dan  $0,9\text{ mg}/\text{m}^3$  di main intake sehingga pajanan debu personal tiap penambang berbeda-beda berdasarkan area tambangannya. Kadar debu yang melebihi nilai ambang batas normal mengakibatkan gangguan fungsi paru lebih parah.22

### **Ukuran Pertambangan**

Penambang batu bara yang bekerja di pertambangan besar memiliki proporsi fungsi paru lebih tinggi dibandingkan dengan penambang yang bekerja di pertambangan kecil. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian yang dilakukan David dkk (2014) yang menyatakan penambang yang bekerja di pertambangan kecil memiliki prevalensi kelainan obstruktif dan campuran yang secara signifikan lebih tinggi sehingga nilai FVC, FEV1 dan rasio FEV1/FVC lebih rendah di antara penambang yang bekerja di pertambangan kecil.22,23.

## **D. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan pada penelitian yang telah dilakukan peneliti maka dapat disimpulkan dari semua artikel yang telah di-*review* menunjukkan bahwa debu memiliki efek terhadap fungsi paru pada penambang batu bara yaitu menimbulkan gangguan fungsi paru baik obstruktif, restriktif ataupun campuran, serta banyak menimbulkan penyakit *coal worker pneumoconiosis*.

### **Acknowledge**

Peneliti ucapkan terima kasih kepada Fakultas Kedokteran Universitas Islam Bandung dan tim skripsi yang telah mendukung dan membantu dalam penulisan artikel penelitian ini.

### **Daftar Pustaka**

- [1] Gunara M. Potensi Batubara Sebagai Sumber Energi Alternatif Untuk Pengembangan Industri Logam. Pros Semin Nas Teknoka. 2017;2(Vol 2 (2017): Prosiding Seminar Nasional Teknoka ke-2):22-27.
- [2] Siburian R, Ilmu L IP. Pertambangan Batu Bara : Antara Mendulang Rupiah dan Menebar Potensi Konflik. 2012;38(1):69-92.
- [3] Asril. Dampak Pertambangan Galian C Terhadap Kehidupan Masyarakat Kecamatan Koto Kampar Hulukabupaten Kampar. J Kewirausahaan. 2014;13(1):21-38.
- [4] Sholihah Q, Hanafi AS, Wanti, Bachri AA, Hadi S. Analisis Sif Kerja , Masa Kerja , dan Budaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja dengan Fungsi Paru Pekerja Tambang Batu Bara. J Kesehat Masy Nas. 2015;10(1):24-28.
- [5] Rebello S, Anoopkumar AN, Aneesh EM, et al. Hazardous minerals mining: Challenges and solutions. J Hazard Mater. 2021;402:169-177
- [6] Sihombing DT, Lubis HS, Mahyuni EL. Hubungan Kadar Debu dengan Fungsi Paru pada Pekerja Proses. 2013;3(372):1-10.
- [7] Listiyani N. Dampak Pertambangan Terhadap Lingkungan Hidup Di Kalimantan Selatan Dan Implikasinya Bagi Hak-Hak Warga Negara. J Chem Inf Model. 2017;9(April):67-

86.

- [8] Putri RZ, Fadhillah. Peningkatan Kualitas Batubara Low Calorie Menggunakan Minyak Pelumas Bekas Melalui Proses Upgrading Brown Coal. *J Bina Tambang*. 2016;5(2):208-217.
- [9] Ding L, Wei J, Yu G. Special issue on coal gasification: science and technology. *Int J Coal Sci Technol*. 2020;7(3):419-421.
- [10] Simanjuntak, Nelly Sri rahayu; Suwondo, Ari; Wahyuni I. Hubungan Antara Kadar Debu Batubara Total Dan Terhirup Serta Karakteristik Individu Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Di Lokasi Coal Yard Pltu X Jepara. *J Kesehat Masy Univ Diponegoro*. 2013;2(2):1-15.
- [11] Windari, Karimuna SR, Teguh R. Faktor-faktor yang berhubungan dengan gangguan fungsi paru pada pekerja bagian. 2016;(April):1-8.
- [12] Standing, Susan., et al 2016. *Gray's Anatomy: The Anatomical Basic of Clinical Practice 41st Edition*. Spain: Elsevier.; 2016:953-960
- [13] Guyton, A.C., dan Hall, J.E 2014. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi 12. Penerjemah Ermina I, Ibrahim I. Singapura: Elviesier.; 2014:465-475
- [14] Hirai T. Pulmonary Function Tests. *Med Radiol*. 2021;80(December 2010):11-20.
- [15] Bakhtiar A, Amran WS. Faal Paru Statis. *J Respirasi*. 2019;2(3):91-98
- [16] Unaiyah, Amin T. Spirometry. *Respir Care Clin N Am*. 2014;3(2):155-181.
- [17] Pinugroho BS, Kusumawati Y. Hubungan Usia, Lama Paparan Debu, Penggunaan APD, Kebiasaan Merokok dengan Gangguan Fungsi Paru Tenaga Kerja Mebel di Kec. Kalijambe Sragen. *J Kesehat*. 2017;10(2):37.
- [18] Levitzky M.G. Nonrespiratory functions of the lung. (Ed.), (2017). *Pulmonary Physiology*, 9e. McGraw-Hill.2017;8(3):160-167.
- [19] Ombuh RV, Nurjazuli, Raharjo M. Hubungan Paparan Debu Terhirup terhadap Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Bongkar Muat di Pelabuhan Manado Sulawesi Utara Tahun 2017. *Higiene*. 2017;3(2):69-75.
- [20] Prasad SK, Singh S, Bose A, et al. Association between duration of coal dust exposure and respiratory impairment in coal miners of West Bengal, India. *Int J Occup Saf Ergon*. Published online May 2020:1-11.
- [21] Kumari Prasad S, Singh S, Bose A, et al. Combined effect of coal dust exposure and smoking on the prevalence of respiratory impairment among coal miners of West Bengal, India. *Arch Environ Occup Health*. 2019;74(6):350-357.
- [22] Wu Q, Han L, Xu M, Zhang H, Ding B, Zhu B. Effects of occupational exposure to dust on chest radiograph, pulmonary function, blood pressure and electrocardiogram among coal miners in an eastern province, China. *BMC Public Health*. 2019;19(1):1-8
- [23] Blackley DJ, Halldin CN, Wang ML, Laney AS. Small mine size is associated with lung function abnormality and pneumoconiosis among underground coal miners in Kentucky, Virginia and West Virginia. *Occup Environ Med*. 2014;71(10):690-694.
- [24] Qian Q-Z, Cao X-K, Qian Q-Q, et al. Relationship of cumulative dust exposure dose and cumulative abnormal rate of pulmonary function in coal mixture workers. *Kaohsiung J Med Sci*. 2016;32(1):44-49.
- [25] Paolo M, Kander A, Warde P. *Definitions and Concepts. Power to People*. Published online 2014:1-96.
- [26] Services C, Limited P. *Airborne Dust in Coal Mines*. 2017:1-2932.
- [27] Maradjabessy FA, Yuniarti Y, Adji HW. Scoping Review: Efek Debu terhadap Fungsi Paru Pekerja. *J Integr Kesehat Sains*. 2021;3(1):80-85.
- [28] Aliya Salsabila, Y. (2021). *Hubungan Derajat Merokok dengan Gejala Gangguan Sistem Pernapasan pada Pegawai Universitas Islam Bandung*. Vol. 1 No. 2 (2021): Jurnal Riset Kedokteran, 100-106.