JURNAL RESPIROLOGI INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology

Profil Kadar Adenosin Deaminase (ADA) pada Pasien Tuberkulosis Paru Aktif

Karakteristik Klinis Pasien COVID-19 di Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar, Malang

Gambaran Fungsi Paru dan Kadar *Fractional-Exhaled Nitric Oxide* (FeNO) pada Pasien Asma Rawat Jalan: Suatu Studi Pendahuluan

Kesesuaian Pemeriksaan *Tuberculin Skin Test* dan T-SPOT.TB serta Sensitivitas dan Spesifisitas T-SPOT.TB dalam Mendeteksi Infeksi Tuberkulosis Laten pada Pasien Hemodialisis

Perbedaan Kadar Serum Interleukin-6 pada Pasien Kanker Paru dan Orang Sehat di Medan

Hubungan Masa Kerja terhadap Faal Paru dan Hasil Foto Toraks pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X, Mabar Medan

Perbandingan Pengaruh Asap Rokok Kretek, Filter dan Biomass terhadap Fungsi Paru Pasien PPOK di Klinik Harum Melati Pringsewu Januari 2013-Januari 2020

Kejadian Pneumokoniosis Pekerja Tambang Batu Bara di PT. A Kota Sawahlunto dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi

Permasalahan Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja

Peran Bronkoskopi Cryoablasi pada Tata Laksana Obstruksi Saluran Napas Sentral

JURNAL RESPIROLOGI INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology

SUSUNAN REDAKSI

Penasehat

M. Arifin Nawas
Faisal Yunus
Agus Dwi Susanto

Penanggung Jawab / Pemimpin Redaksi

Fanny Fachrucha

Wakil Pemimpin Redaksi

Winariani

Anggota Redaksi

Feni Fitriani
Amira Permatasari Tarigan
Jamal Zaini
Farih Raharjo
Mia Elhidsi
Ginangjar Arum Desianti
Irandi Putra Pratomo

Sekretariat

Nindy Audia Nadira
Suwondo
SST : Surat Keputusan Menteri Penerangan RI
No.715/SK/DitjenPPG/SST/1980 Tanggal 9 Mei 1980

Alamat Redaksi

PDPI Jl. Cipinang Bunder, No. 19, Cipinang Pulo Gadung
Jakarta Timur 13240 Telp: 02122474845
Email : editor@jurnalrespirologi.org
Website : <http://www.jurnalrespirologi.org>

Diterbitkan Oleh

Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI)
Terbit setiap 3 bulan (Januari, April, Juli & Oktober)

Jurnal Respirologi Indonesia

Akreditasi Peringkat 2
Sesuai Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/Kepala Badan
Riset dan Inovasi Nasional Republik Indonesia
Nomor: 200/M/KPT/2020 Tanggal 23 Desember 2020

JURNAL RESPIROLOGI INDONESIA

Majalah Resmi Perhimpunan Dokter Paru Indonesia
Official Journal of The Indonesian Society of Respiriology

VOLUME 41, NOMOR 1, Januari 2021

DAFTAR ISI

Artikel Penelitian

- Profil Kadar Adenosin Deaminase (ADA) pada Pasien Tuberkulosis Paru Aktif
Sheila Gerhana Darmayanti, Soedarsono 1
- Karakteristik Klinis Pasien COVID-19 di Rumah Sakit Dr. Saiful Anwar, Malang
Magdalena, Yani Jane Sugiri, Rezki Tantular, Aditya Listyoko 7
- Gambaran Fungsi Paru dan Kadar *Fractional-Exhaled Nitric Oxide* (FeNO) pada Pasien Asma Rawat Jalan: Suatu Studi Pendahuluan
Mulkan Azhary, Ratnawati, Budhi Antariksa 15
- Kesesuaian Pemeriksaan *Tuberculin Skin Test* dan T-SPOT.TB serta Sensitivitas dan Spesifisitas T-SPOT.TB dalam Mendeteksi Infeksi Tuberkulosis Laten pada Pasien Hemodialisis
Astuti Setyawati, Reviono, Wachid Putranto 19
- Perbedaan Kadar Serum Interleukin-6 pada Pasien Kanker Paru dan Orang Sehat di Medan
Dumasari Siagian, Noni Novisari Soeroso, Bintang YM Sinaga, Putri C Eyoer 28
- Hubungan Masa Kerja terhadap Faal Paru dan Hasil Foto Toraks pada Pekerja Industri Keramik Perusahaan X, Mabar Medan
Marini Puspita Sari, Amira P Tarigan, Nuryunita Nainggolan, Putri C Eyoer, Agus Dwi Susanto, Erlangga Samoedro, Caecilia Marlina 33
- Perbandingan Pengaruh Asap Rokok Kretek, Filter dan Biomass terhadap Fungsi Paru Pasien PPOK di Klinik Harum Melati Pringsewu Januari 2013-Januari 2020
Retno Ariza S Soemarwoto, Hetti Rusmini, Fransisca Sinaga, Agus Dwi Susanto, Arif Widiyantoro 40
- Kejadian Pneumokoniosis Pekerja Tambang Batu Bara di PT. A Kota Sawahlunto dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi
Ulfahimayati, Deddy Herman, Masrul Basyar, Fenty Anggrainy 51
- ### Tinjauan Pustaka
- Permasalahan Penyakit Paru Obstruktif Kronik (PPOK) pada Pekerja
Agus Dwi Susanto 64
- Peran Bronkoskopi Cryoablasi pada Tata Laksana Obstruksi Saluran Napas Sentral
Dicky Soehardiman, Rahma Ayu Indahati, Mia Elhidsi 74

KEJADIAN PNEUMOKONIOSIS PEKERJA TAMBANG BATU BARA DI PT. A KOTA SAWAHLUNTO DAN FAKTOR-FAKTOR YANG MEMPENGARUHI

Ulfahimayati¹ Deddy Herman¹ Masrul Basyar¹ Fenty Anggrainy¹

¹ Departemen Pulmonologi dan Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Andalas, Padang

Abstrak

Latar belakang: Pneumokoniosis pekerja batu bara (black lung disease) merupakan penyakit paru interstisial disebabkan oleh inhalasi kronik debu batu bara. Angka kejadian pneumokoniosis pekerja batu bara meningkat secara global dari tahun 1990 hingga 2000 sebesar 3,2%. Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak tambang batu bara namun prevalensi pneumokoniosis pekerja tambang batu bara belum diketahui. Perusahaan PT. A adalah salah satu pertambangan batu bara di Sawahlunto. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara di PT. A Kota Sawahlunto dan faktor-faktor yang mempengaruhi.

Metode: Penelitian ini merupakan penelitian analitik dengan desain cross-sectional yang dilakukan pada bulan November 2019 hingga April 2020. Terdapat 90 orang pekerja tambang sebagai subjek penelitian. Seluruh subjek dilakukan pemeriksaan foto toraks dengan standar ILO untuk menilai kejadian pneumokoniosis. Pemeriksaan spirometri, pengukuran kadar debu dengan portable low volume air sampler, wawancara dan kuesioner yang telah divalidasi juga dilakukan pada penelitian ini untuk menilai faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis. Analisis statistik menggunakan uji Chi-square dan uji regresi logistik berganda.

Hasil: Penelitian ini menemukan 12 pekerja (13,3%) mengalami pneumokoniosis. Hasil uji statistik diperoleh hasil umur >50 tahun ($P=0,035$), lama paparan ($P=0,040$), penggunaan masker ($P=0,029$), faal paru restriksi ($P=0,004$) dan faal paru campuran ($P=0,006$) berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis. Faktor yang dominan adalah penggunaan masker ($P=0,049$) dengan OR=5,026

Kesimpulan: Faktor dominan yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis adalah penggunaan masker. Faktor lain yang berhubungan adalah umur, lama paparan dan kelainan faal paru. (*J Respir Indo. 2021; 41(1): 51-63*)

Kata kunci: Pneumokoniosis, tambang batu bara, paparan debu

COAL WORKER'S PNEUMOCONIOSIS AT PT. A SAWAHLUNTO AND THE INFLUENCING FACTORS

Abstract

Background: Coal workers's pneumoconiosis (black lung disease) is an interstitial lung disease caused by chronic inhalation of coal dust. The incidence of coal workers's pneumoconiosis increased globally from the 1990s to the 2000s by 3.2%. Indonesia is the country which has many coal mining, but national prevalence of coal workers pneumoconiosis was not discovered. PT. A is one of mining companies in Sawahlunto. The aims of this study was to determine the incidence of coal workers' pneumoconiosis at PT. A Sawahlunto and it's influencing factors.

Methods: This study is an analytic study with cross sectional design, conducted from November 2019 to April 2020. There were 90 coal miners participated in this study. All subjects were performed chest X-ray examination with ILO standard to asses the incidence of pneumoconiosis. Spirometr examination, dust level measurement with portable low volume air sampler, interview, and validated questionnaire were performed to evaluate it's influencing factors. Statistical analysis used Chi-square test and double logistic regression test.

Results: This study found 12 workers (13.3%) had pneumoconiosis. From the statistical test results obtained age >50 years ($P=0.035$), duration of exposure ($P=0.040$), mask usage ($P=0.029$), restrictive lung function ($P=0.004$), and the mixed abnormality lung function ($P=0.006$) is associated with pneumoconiosis. The most dominant factor was mask usage ($P=0.049$) with OR=5.026

Conclusion: The most dominant factor that influence coal workers' pneumoconiosis was mask usage. Others related factors were age, duration of exposure and abnormality lung function. (*J Respir Indo. 2021; 41(1): 51-63*)

Keywords: Pneumoconiosis, coal mining, dust exposure

PENDAHULUAN

Batu bara adalah material mudah terbakar berwarna coklat sampai kehitaman yang terbentuk dari pembusukan tumbuhan dan tertimbun bebatuan selama jutaan tahun yang sering digunakan sebagai bahan bakar di berbagai industri. Proses penambangan, penggalian, pengangkutan dan pencampuran batu bara dapat menghasilkan debu hingga menimbulkan penyakit akibat kerja seperti pneumokoniosis.¹

Pneumokoniosis merupakan penyakit paru fibrosis akibat akumulasi debu pada paru. Pneumokoniosis pekerja tambang batu bara atau *black lung disease* adalah penyakit paru interstitial akibat inhalasi kronik debu batu bara. Paparan debu batu bara dapat mencetuskan inflamasi di alveoli sehingga terjadi kerusakan paru ireversibel. Pneumokoniosis pekerja batu bara dapat berkembang menjadi fibrosis masif progresif/*progressive massive fibrosis* (PMF) pada kasus paparan debu berat, ditandai dengan kumpulan lesi dengan opasitas kecil hingga besar (≥ 1 cm) pada foto toraks.²

Angka kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara meningkat secara global dari tahun 1990 hingga 2000 sebesar 3.2% diikuti peningkatan kejadian PMF pada pekerja di pertambangan batu bara (tahun 1990, 0.14%; tahun 2000, 0.31%). Pneumokoniosis pekerja tambang batu bara menyebabkan 25.000 kematian di seluruh dunia.³

Prevalensi kejadian pneumokoniosis di Indonesia masih belum diketahui. Terdapat beberapa penelitian di Industri kecil yang berisiko terjadi pneumokoniosis seperti Damayanti dkk di pabrik semen Gresik menemukan kecurigaan pneumokoniosis secara radiologis sebesar 0,5%.⁴ Penelitian Bangun di Bandung tahun 1990 pada pekerja tambang batu menemukan kasus pneumokoniosis sebesar 3,1% dan tahun 1998 sebesar 9,8%.⁵ Kasmara pada tahun 1998 pada pekerja semen menemukan kecurigaan pneumokoniosis 1,7%.⁶

Inhalasi debu batu bara dengan kadar tinggi dapat menyebabkan kelainan faal paru. Karakteristik

pekerja tambang batu bara juga mempengaruhi kejadian pneumokoniosis seperti umur, masa kerja, penggunaan masker, riwayat merokok.⁷ Sebagian besar kasus pneumokoniosis pekerja tambang batu bara sering terjadi pada kondisi lingkungan kerja tidak bersih dan kontrol debu buruk. Penggunaan alat pelindung diri (APD) yang tidak sesuai standard akan menyebabkan banyaknya pekerja berisiko pneumokoniosis.⁸ Nilai ambang batas (NAB) atau baku mutu udara direkomendasikan dalam tatalaksana lingkungan kerja sebagai upaya pencegahan dampak kesehatan.⁹

Penatalaksanaan pneumokoniosis pekerja tambang batu bara hanya dengan terapi simptomatis dan upaya pencegahan komplikasi yang akan muncul.¹⁰ Beberapa upaya pencegahan yang dapat dilakukan seperti penggunaan masker, pemeriksaan berkala, pengontrolan kadar debu di lingkungan kerja¹¹ dan usaha memelihara kesehatan individu seperti berhenti merokok.¹²

Pertambangan batu bara pertama kali di Sumatera Barat dimulai pada tahun 1891 tepatnya di Kota Sawahlunto.¹³ Perusahaan PT. A adalah salah satu pertambangan batu bara di Kota Sawahlunto. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik pekerja tambang batu bara, kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara, hubungan karakteristik pekerja dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara dan faktor dominan yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara di PT. A Kota Sawahlunto.

METODE

Desain penelitian adalah studi potong lintang/*cross sectional* pada pekerja tambang batu bara PT. A Kota Sawahlunto dari November 2019 hingga April 2020. Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja tambang batu bara PT. A Kota Sawahlunto. Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh populasi yang memenuhi kriteria inklusi berjumlah 90 orang. Diagnosis pneumokoniosis pekerja tambang batu bara ditetapkan dengan kelainan lesi opak kecil pada foto toraks dengan profusi 1/0 atau lebih atau lesi opak besar dengan menggunakan foto standar

International Labour Organization (ILO).¹⁴

Kriteria inklusi yaitu pekerja berumur minimal 20 tahun, sudah bekerja di tambang batu bara >5 tahun dan bersedia mengikuti penelitian dengan menandatangani surat persetujuan mengikuti penelitian. Kriteria eksklusi adalah pasien yang tidak dapat melakukan manuver spirometri. Variabel bebas yaitu umur, status gizi, status merokok, masa kerja, lama paparan, lokasi kerja, nilai ambang batas (NAB) kadar debu, penggunaan masker, faal paru dan gejala respirasi. Variabel terikat yaitu kejadian pneumokoniosis.

Data penelitian ini diperoleh dari pemeriksaan foto toraks ILO untuk mengetahui kejadian pneumokoniosis, pemeriksaan spirometri untuk mengukur faal paru, *Low volume air sampler* untuk mengukur kadar debu (NAB). Kuesioner dan wawancara untuk menilai umur, status merokok, masa kerja, lama paparan, lokasi kerja, penggunaan masker dan gejala respirasi. Pengukuran berat dan tinggi badan untuk mengukur status gizi.

Analisis dilakukan dengan komputerisasi deskriptif dan analitik. Data diolah dengan program pengelola data yaitu *Statistical Package for the Sciences Social (SPSS)* versi 20. Analisis univariat bertujuan untuk menjelaskan distribusi dan frekuensi setiap variabel bebas dan terikat yang diteliti. Analisis bivariat digunakan untuk mengetahui hubungan variabel bebas dan terikat dengan uji Chi square apabila nilai $P < 0,05$ maka terdapat hubungan variabel bebas dan terikat. Analisis multivariat dengan uji regresi logistik berganda dilakukan untuk menguji variabel yang berhubungan menjadi variabel paling dominan.

HASIL

Pertambangan PT. A merupakan salah satu perusahaan umum yang melakukan penambangan batu bara sejak tahun 1985. Luas area penambangan 327,40 hektar (Ha). Kualitas batubara PT. A termasuk kedalam *rank bituminous*, berkisar 6.800 kkal/kg, kadar sulfur 0,6% dan kandungan abu 13%, ketebalan batu bara rata-rata 1,5 m, produksi rata-rata 80 ton/hari. Terdapat 2 zonasi pertambangan yaitu tambang terbuka dan

tambang dalam (bawah tanah). Aktivitas di tambang terbuka diantaranya yaitu mengupas tanah penutup, membuat jalan perintis untuk eksplorasi, pengeboran lahan yang mengandung batu bara dengan menggunakan *furukwa rock drill* juga bantuan bahan peledak dan pengangkutan material batu bara menggunakan peralatan seperti *bulldozer*, *excavator*, *dump truk* dan *Wheel loader*. Pertambangan PT. A mengoperasikan 8 *tunnel* menuju pertambangan bawah tanah (tambang dalam) hingga saat ini. Penambangan dilakukan secara manual menggunakan alat yang memakai tenaga manusia. Proses penambangan diantaranya penggalian area yang sudah ditentukan mencapai batas penambangan, pemotongan batu bara di dinding, pengaliran melalui kereta angkut dan pengangkutan ke permukaan. Hal yang perlu diperhatikan pada tambang dalam adalah mempertahankan lubang tetap aman, atap tidak mudah runtuh dan ambruknya dinding *tunnel*. Ventilasi di tambang dalam saat ini PT. A menggunakan sistem hembus (*local fan*) dengan 2 *mesin blower* di setiap lubang. Volume udara bersih yang dialirkan dengan ventilasi untuk setiap pekerja yang sedang melangsungkan pekerjaan adalah 2 m³/menit dan untuk setiap tenaga mesin diesel yang hidup sebanyak 3 m³/menit. Oksigenasi di tambang dalam rata-rata 20,9 menggunakan blower dengan kekuatan 75 kWh. Gas dan temperatur dimonitor dan diperiksa oleh petugas monitoring satu jam sebelum bekerja dan diulang tiap 4 jam. Temperatur udara dalam tambang harus di antara 18-24°C dengan kelembaban relatif maksimum 85 %. Gas yang dimonitor yaitu:¹⁵

1. Oksigen volume tidak kurang dari 19,5 %
2. Karbon dioksida volume tidak lebih 0,5 %
3. Karbon monoksida volume tidak lebih 0,005 %
4. Metan volume tidak lebih dari 0,25 %
5. Hidrogen Sulfida volume tidak lebih dari 0,001 %

Jika gas di atas melebihi angka maksimal, semua kegiatan dan mesin dalam tambang bawah tanah dihentikan kecuali ventilasi dan menambah kecepatan *blower*. Seluruh pekerja tambang wajib mengikuti pengarahan selama 5 menit (P5M) sebelum bekerja di tempat masing-masing, meliputi deskripsi tugas/*job description*, pengarahan

keamanan dan keselamatan kerja serta absensi kehadiran. Pekerja tambang wajib menjalani prosedur standard operasional/*standard operating procedure* yang sudah ditetapkan.¹⁵

Jumlah subjek penelitian ini adalah 90 orang pekerja tambang batu bara di PT. A kota Sawahlunto. Karakteristik dasar subjek pada penelitian ini adalah umur antara 22 sampai 69 tahun dengan kelompok umur terbanyak adalah 41-50 tahun (32,2%). Lebih dari separuh (66,70%) subjek penelitian dengan status gizi berat badan normal/*normoweight* dan status merokok Indeks Brinkman (IB) sedang (56,7%).

Sebagian besar (71,10%) subjek bekerja di tambang batu bara ≥ 10 tahun. Lokasi kerja pada penelitian ini dibagi menjadi dua yaitu di tambang terbuka dan tambang dalam. Terdapat 52,20% subjek bekerja di tambang dalam dengan pajanan kadar debu (NAB) ≥ 10 mg/mm³ (52,20%). Sebagian besar (86,70%) subjek penelitian terpajan debu batu bara ≥ 40 jam/minggu. Lebih dari separuh (51,10%) subjek penelitian tidak menggunakan masker ketika bekerja. Berdasarkan hasil pemeriksaan spirometri sebagian besar subjek penelitian memiliki faal paru normal (77,80%), sisanya mengalami kelainan faal paru seperti obstruksi (10,00%), restriksi (5,60%) dan kelainan campuran (6,60%). Sebanyak 35,6% subjek penelitian memiliki ≥ 3 gejala respirasi dan dapat dilihat pada Tabel 1.

Diagnosis Pneumokoniosis dinilai berdasarkan hasil pemeriksaan foto toraks yang dibandingkan dengan standard *International Labour Organization/ILO*. Terdapat 12 (13,3%) subjek penelitian dengan gambaran pneumoconiosis yang dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1. Angka Kejadian Pneumokoniosis Pekerja Tambang Batu bara di PT. A Kota Sawahlunto

Tabel 1. Karakteristik Dasar Pekerja Tambang Batu Bara PT. A di Kota Sawahlunto

Karakteristik	Frekuensi	%
Umur		
20-30 tahun	26	28,90
31-40 tahun	19	21,10
41-50 tahun	29	32,20
>50 tahun	16	17,80
Status gizi		
Kurang	12	13,30
Normal	60	66,70
Berlebih	14	15,60
Obesitas	4	4,40
Status merokok		
Tidak merokok	7	7,80
IB ringan <200	26	28,90
IB sedang 200-600	51	56,70
IB berat >600	6	6,70
Masa kerja		
< 10 tahun	26	28,90
≥ 10 tahun	64	71,10
Lama pajanan		
< 40 jam/minggu	12	13,30
≥ 40 jam/minggu	78	86,70
Lokasi kerja		
Tamka	43	47,80
Tamda	47	52,20
Kadar debu (NAB)		
< 10 mg/mm ³	43	47,80
≥ 10 mg/mm ³	47	52,20
Penggunaan masker		
Menggunakan	44	48,90
Tidak menggunakan	46	51,10
Faal paru		
Normal	70	77,80
Obstruksi	9	10,00
Restriksi	5	5,60
Campuran	6	6,70
Gejala respirasi		
Tanpa gejala	9	10,00
1 gejala	22	24,40
2 gejala	27	30,00
≥ 3 gejala	32	35,60

Analisis bivariat menunjukkan bahwa terdapat hubungan ($P < 0,05$) antara umur > 50 tahun ($P = 0,035$), lama pajanan ≥ 40 jam/minggu ($P = 0,040$), penggunaan masker ($P = 0,029$), faal paru restriksi ($P = 0,004$) dan campuran ($P = 0,006$) dengan kejadian pneumokoniosis.

Variabel status gizi, merokok, masa kerja, kadar debu, faal paru obstruksi dan gejala respirasi tidak memiliki hubungan dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara di PT. A Kota Sawahlunto dan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hubungan karakteristik pekerja dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara PT. A kota Sawahlunto

Karakteristik	Pneumokoniosis				IK95%	*P
	Ya		Tidak			
	f	%	f	n		
Umur						
20-30 tahun	1	3,80	25	96,20	1,000	-
31-40 tahun	4	21,20	15	78,90	0,68-65,36	0,103
41-50 tahun	2	6,90	27	93,10	0,15-21,70	0,624
>50 tahun	5	31,30	11	68,80	1,18-109,02	0,035
Status gizi						
Kurang	1	8,30	11	91,70	1,000	-
Normal	8	13,30	52	86,70	0,19-14,94	0,636
Berlebih	2	14,30	12	85,70	0,14-23,15	0,639
Obesitas	1	25,00	3	75,00	0,17-77,55	0,404
Status merokok						
Tidak merokok	1	14,30	6	85,70	1,000	-
IB ringan <200	1	3,80	25	96,20	0,01-4,41	0,337
IB sedang 200-600	9	17,60	42	82,40	0,13-12,03	0,826
IB berat >600	1	16,70	5	83,30	0,05-24,47	0,906

Karakteristik	Pneumokoniosis				IK95%	*P
	Ya		Tidak			
	f	%	f	n		
Masa kerja						
< 10 tahun	6	23,10	20	76,90	1,000	-
≥ 10 tahun	6	9,40	58	90,60	0,10-1,19	0,093
Lama pajanan						
< 40jam/minggu	4	33,30	8	66,70	1,000	-
≥ 40jam/minggu	8	10,30	70	89,70	0,05-0,93	0,040
Lokasi kerja						
Tamka	6	14,00	37	86,00	1,000	-
Tamda	6	12,80	41	87,20	0,26-3,04	0,869
Kadar debu (NAB)						
< 10 mg/mm ³	6	14,00	37	86,00	1,000	-
≥ 10 mg/mm ³	6	12,80	41	87,20	0,26-3,04	0,869
Penggunaan masker						
Menggunakan	2	4,50	42	95,50	1,000	-
Tidak menggunakan	10	21,70	36	78,30	0,03-0,83	0,029
Faal paru						
Normal	5	7,10	65	92,90	1,000	-
Obstruksi	1	11,10	8	88,90	0,16-15,71	0,675
Restriksi	3	60,00	2	40,00	2,62-145,11	0,004
Campuran	3	50,00	3	50,00	2,06-81,91	0,006
Gejala respirasi						
Tanpa gejala	0	0,00	9	100,00	1,000	-
1 gejala	3	13,60	19	86,40	-	0,999
2 gejala	4	14,80	23	85,20	-	0,999
≥ 3 gejala	5	15,60	27	84,40	-	0,999

*Uji Chi-square

Analisis multivariat menggunakan uji regresi logistik berganda didapatkan faktor dominan yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis adalah penggunaan masker ($P=0,049$). Subjek yang tidak menggunakan masker berisiko 5 kali lipat dapat mengalami kejadian pneumokoniosis dibandingkan dengan menggunakan masker ($IK95\%=0,99-25,34$). Faktor masa kerja dan lama pajanan merupakan faktor perancu pada pemodelan multivariat ini yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Analisis multivariat regresi logistik faktor yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis

Karakteristik	OR	P	IK95%
Masa kerja >10 tahun	0,663	0,572	0,16-2,74
Lama pajanan >40jam/minggu	0,321	0,163	0,06-1,58
Penggunaan masker	5,026	0,049	0,99-25,34

*Uji regresi logistik berganda

PEMBAHASAN

Umur subjek penelitian antara 22-69 tahun dengan terbanyak adalah 41-50 tahun (32,20%). Hasil tersebut tidak jauh berbeda dengan beberapa penelitian lain. Han dkk mendapatkan umur rerata pekerja tambang batu bara $41,57 \pm 9,26$ tahun,¹⁶ juga penelitian Qian dkk di China dengan umur antara 21 sampai 59 dengan rata-rata $40,67 \pm 11,17$ tahun.¹⁷ Hasil-hasil penelitian tersebut sesuai dengan umur produktif seseorang untuk bekerja. Batas umur pekerja di Indonesia adalah 15 hingga 64 tahun.¹⁸ Sektor pertambangan masih merupakan salah satu pekerjaan pilihan penduduk usia kerja setelah sektor pertanian, perdagangan dan industri di Sawahlunto.¹⁹

Lebih dari separuh subjek penelitian (66,7%) status gizi normal. Mengkidi dkk juga mendapatkan status gizi terbanyak adalah normal (68,1%).²⁰ Aunillah K dkk di Surabaya juga mendapatkan mayoritas pekerja memiliki status gizi normal (37,5%).²¹ Status gizi tenaga kerja erat kaitannya dengan tingkat kesehatan dan produktivitas.²² Status gizi yang baik merupakan salah satu hal penting dalam proses penerimaan dan pemeriksaan kesehatan berkala/*medical check up* pekerja tambang batu bara di tempat penelitian ini dilakukan. Pelayanan gizi kerja di PT. A diatur oleh catering kantin perusahaan atas persetujuan kepala bagian yang memenuhi prinsip kebutuhan kalori, karbohidrat, mineral, protein dan vitamin. Dengan fasilitas makan 2 kali sehari terdiri dari sarapan, makan siang dan makan malam bagi pekerja yang dapat dinas malam/*sift* malam.

Sebagian besar (56,7%) subjek penelitian dengan status merokok IB sedang (56,7%). Berbeda dengan penelitian Aunillah dkk mendapatkan 69,23% subjek penelitian merokok dengan IB berat.²¹ Subjek penelitian merokok pertama kali saat umur rata-rata 20 tahun dan menghabiskan paling banyak 12 batang rokok per hari. Sebagian besar waktu subjek penelitian dihabiskan di lokasi kerja yang merupakan tempat berbahaya untuk merokok.

Sebagian besar (71,1%) subjek penelitian telah bekerja ≥10 tahun. Simanjuntak dkk juga melaporkan 60,5% pekerja tambang batu bara dengan masa kerja ≥10 tahun,²³ Qian dkk melaporkan 87% subjek bekerja ≥10 tahun di tambang batu bara tanpa berganti tempat kerja. Faktor yang mendasari bekerja ≥10 tahun adalah pendapatan tinggi dan tingkat pendidikan.¹⁷ Faktor tingkat pendidikan (menengah ke bawah) mempengaruhi pilihan menjadi pekerja tambang sesuai keterampilan yang dimiliki.²⁴ Pekerja yang memiliki masa kerja ≥10 tahun dianggap memiliki pengalaman kerja tinggi dibidangnya, sehingga mampu melaksanakan pekerjaan lebih baik.

Sebanyak 86,7% subjek penelitian mengalami lama pajanan terhadap debu ≥40 jam/minggu. Penelitian Cahyana di Bontang melaporkan sebagian besar (84%) pekerja tambang batu bara

mengalami paparan ≥ 40 jam/minggu.²⁵ Waktu bekerja di tambang batu bara rata-rata 8-10 jam/hari selama 6-7 hari/minggu sehingga paparan debu berlangsung selama subjek penelitian bekerja. Lama bekerja dalam sehari merupakan ketentuan dari perusahaan yang berkaitan dengan produksi batu bara setiap minggu.

Lokasi kerja pada penelitian ini dikelompokkan menjadi tambang dalam dan tambang terbuka. Lebih dari separuh (52,20%) subjek penelitian bekerja di tambang dalam. Simanjuntak dkk melaporkan 73% bekerja di tambang dalam.²³ Peneliti menemukan lebih banyak yang bekerja di tambang dalam dibandingkan tambang terbuka karena pendapatan pekerja di tambang dalam lebih tinggi dan tidak membutuhkan kriteria pendidikan yang tinggi dan keterampilan khusus. Jenis pekerjaan di tambang terbuka yang membutuhkan keterampilan khusus adalah operator eskavator, petugas blasting, supervisi teknis dan lainnya. Sumber batu bara di pertambangan PT. A lebih banyak berada di kedalaman yang tidak dapat diekstraksi hanya melalui pertambangan terbuka. PT. A membutuhkan sekitar 10 pekerja tambang dalam untuk setiap *tunnel*.

Sebagian besar (52,20%) subjek penelitian terpajan kadar debu dengan NAB ≥ 10 mg/mm³. Simanjuntak dkk melaporkan 73% subjek penelitian bekerja di tambang dalam dengan NAB yang tinggi.²³ Penelitian ini melaporkan lebih banyak subjek yang terpajan debu dengan NAB yang tinggi karena sebagian besar subjek bekerja di tambang dalam. Tingkat paparan debu ditentukan oleh kadar debu rata-rata di udara dan waktu paparan terhadap debu tersebut.²⁶ NAB adalah batas suatu kadar zat atau komponen yang mencemari udara lingkungan sehingga dapat menyebabkan kelainan paru.⁹ Kandungan debu batu bara dalam lingkungan bawah tanah lebih tinggi dibanding di permukaan tanah. Bituminous adalah jenis batu bara yang lebih banyak dihasilkan di pertambangan PT. A dibandingkan jenis lain. Jenis batu bara *Bituminous* mengandung 95% karbon, berumur pertengahan dan lebih banyak mengandung bahan yang mencemari udara.²⁷

Sebanyak 51,10% subjek penelitian menggunakan masker saat bekerja. Simanjuntak dkk juga melaporkan 89,6% pekerja tambang batu bara menggunakan masker.²³ Hal ini terjadi karena ketidaknyamanan menggunakan masker saat bekerja, kurangnya perilaku disiplin dan pengetahuan subjek tentang pentingnya memakai masker mencegah penyakit paru akibat debu batu bara dan pengawasan kedisiplinan menggunakan APD bagi pekerja di pertambangan PT. A belum berjalan baik. Tidak ada penyuluhan mengenai pemakaian APD dan penyakit paru akibat kerja menjadi penyebab pengetahuan yang kurang para pekerja tambang. Subjek penelitian yang menggunakan masker, kebanyakan memakai masker kain tidak sesuai standard. Masker standard untuk pekerja tambang batu bara adalah masker respirator contoh masker N95 yang direkomendasikan oleh *National Institute for Occupational Safety and Health* (NIOSH).²⁸ Masker respirator berfungsi sebagai penyaring udara yang dihirup saat bekerja di tempat dengan kualitas udara buruk (misal berdebu, gas beracun, kabut, uap logam, asap). Pengawasan kedisiplinan pekerja menggunakan masker dilakukan oleh pengawas bertanggung jawab. Hal ini dilakukan untuk mempermudah pengamatan dan pendekatan secara emosional supaya penggunaan masker oleh pekerja bukan hanya sebagai kewajiban tetapi merupakan kebutuhan untuk mendapatkan rasa aman dan selamat dalam bekerja.²⁹

Hasil pemeriksaan spirometri subjek penelitian menunjukkan sebagian besar faal paru normal (77,8%), 10% obstruksi, 5,60% restriksi dan 6,70% campuran. Wang dkk di Amerika melaporkan 86,9% pekerja dengan faal paru normal, 6,4% restriksi, 5,4% obstruksi dan 1,3% campuran.³⁰ Penelitian ini menunjukkan kelainan faal paru dapat terjadi pada pekerja tambang batu bara. Kelainan faal paru subjek penelitian dipengaruhi oleh faktor eksternal dan faktor individual. Kelainan faal paru erat kaitannya dengan masa kerja. Pekerja dengan masa kerja 5-10 tahun atau >10 tahun memiliki peluang untuk mengalami kelainan faal paru. Pekerja yang berada di lingkungan dengan

konsentrasi debu tinggi dalam waktu lama (>10 tahun) memiliki risiko lebih tinggi untuk mendapatkan penyakit obstruksi.²⁰ Janssens dkk menunjukkan bahwa Volume Ekspirasi Paksa detik pertama (VEP₁) dan Kapasitas Vital Paksa (KVP) menurun sesuai dengan bertambah umur. Nilai VEP₁/KVP stabil pada dewasa muda dan kemudian menurun 70-75% pada perempuan berumur >55 tahun dan laki-laki >60 tahun. Faal paru relatif sedikit berubah dari umur 20 sampai 40 tahun dan mulai menurun sesudahnya.³¹ Faal paru pada sebagian besar subjek penelitian ini normal karena rerata umur pekerja masih dalam batas umur faal paru relatif normal dan karena rerata status merokok pekerja dengan IB sedang.

Gejala respirasi juga ditemukan pada subjek penelitian berupa: batuk, berdahak, sesak nafas dan nyeri dada. Sebanyak 35,6% subjek penelitian memiliki ≥ 3 gejala respirasi. Beberapa subjek penelitin (0,8%) mengeluhkan batuk berdahak kehitaman pada saat bekerja. Gejala tersering adalah batuk, sesak napas, berdahak dan nyeri dada. Sama dengan penelitian oleh Yessi tahun 2015 tentang keluhan respirasi pada pekerja pabrik kapur didapatkan sebanyak 32,3% subjek mengalami 3 gejala respirasi dengan gejala tersering dikeluhkan adalah batuk berdahak.³² Petsonk dkk melaporkan gejala pneumokoniosis dimulai dengan batuk ringan, diikuti sesak napas progresif, bersin dan batuk produktif sputum berwarna kehitaman (melanoptisis) pada stadium lanjut, diikuti obstruksi jalan napas bermakna.³³

Pemeriksaan foto toraks ILO didapatkan 12 subjek (13,3%) dengan pneumokoniosis, 6 orang di tambang terbuka dengan kadar debu (NAB) <10 mg/mm³ dan 6 orang di tambang dalam dengan kadar debu (NAB) ≥ 10 mg/mm³. Umur rata-rata subjek 44,6 $\pm$ 11,9 tahun, masa kerja ≥ 10 tahun, lama pajanan ≥ 40 jam/minggu dan tidak menggunakan masker. Prevalens pneumokoniosis pada pekerja tambang batu bara di beberapa negara cukup tinggi seperti di China (6,02%) dan India (3,03%).⁸ Penelitian Laney dkk di Virginia Barat melaporkan 138 pasien pekerja batu bara pada tahun 2000-2009 mengalami pneumokoniosis dengan komplikasi PMF dan rata-rata umur 52,6 tahun.² Unalack dkk di

Zongudak Turki melaporkan terdapat 34 (8.7% dari 389) kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara.³⁴ Kadar debu merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi saluran pernapasan dan faal paru. Konsentrasi partikel debu yang tinggi dalam udara menyebabkan jumlah partikel mengendap di paru juga semakin banyak. Pekerja dengan kadar debu lebih tinggi mempunyai peluang lebih tinggi terjadi pneumokoniosis.²⁵

Berdasarkan penelitian kohort Shen dkk di *Kailuan Group China* tahun 1970-2010 (40 tahun) melaporkan terdapat 838 (4,9% dari 16185) kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara. Pneumokoniosis terjadi pada 58,8% pada subjek yang bekerja di tambang dalam dan 41,2% di tambang terbuka ($P < 0,001$). Penelitian ini juga menunjukkan peningkatan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara dipengaruhi oleh masa kerja ≥ 40 tahun, pajanan debu batu bara terakumulasi dan umur awal terpajan debu batu bara ($P < 0,001$).³⁵

Pembacaan foto toraks ILO pada penelitian ini didapatkan gambaran lesi opak kecil bentuk bulat ireguler dengan profusi >1/0 lebih dominan (58%) dibandingkan dengan profusi 1/0. Yong dkk di Jerman terdapat 72 kejadian pneumokoniosis diantaranya 98% dengan profusi >1/0 dan sisanya profusi 1/0 dan di evaluasi setelah 30 tahun bekerja di tambang batu bara terjadi perkembangan profusi dari kelainan paru berdasarkan standar ILO. Yong dkk menyimpulkan bahwa pajanan debu terakumulasi jangka waktu lama dapat menyebabkan dan memperberat kejadian pneumokoniosis.²⁹

Pemeriksaan kesehatan berkala di PT. A dilakukan setiap 6 bulan di klinik perusahaan. Pemeriksaan yang dilakukan adalah pemeriksaan fisis umum dan laboratorium darah seperti gula darah puasa, kolesterol dan asam urat. Pemeriksaan foto toraks hanya dilakukan sekali saat persyaratan pemeriksaan kesehatan berkala untuk proses penerimaan pekerja. Pemeriksaan faal paru pekerja juga belum pernah dilakukan sehingga upaya pencegahan tidak dilakukan dengan baik dan

kejadian pneumokoniosis tidak dapat diketahui sejak dini.

Berdasarkan angka kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara, PT. A Kota Sawahlunto perlu melakukan pemeriksaan kesehatan berkala pada pekerja dengan pneumokoniosis yang merupakan upaya pencegahan tersier bertujuan mencegah kecacatan. Pemeriksaan kesehatan berkala perlu dilakukan oleh PT. A sebagai upaya pencegahan primer dan sekunder bagi pekerja lain, karena apabila pekerja masih terus terpajan debu batu bara melebihi NAB dalam jangka waktu lama dan tidak menggunakan masker maka memungkinkan terjadi peningkatan pneumokoniosis pekerja tambang batu bara di PT. A Kota Sawahlunto. Program surveilans penyakit paru akibat kerja sebaiknya lebih ditingkatkan.

World Health Organization (WHO) merekomendasikan seluruh pekerja tambang terpajan dengan debu batu bara dan silika harus menjalani pengawasan kesehatan, termasuk penilaian awal (pemeriksaan foto toraks) sebelum memulai pekerjaan, spirometri tahunan dan kuesioner gejala, serta evaluasi foto toraks setiap 2-5 tahun. Pengawasan harus terus dilanjutkan hingga 30 tahun atau lebih setelah pajanan dihentikan.³⁶ Pengendalian debu batu bara di lingkungan kerja juga penting dilakukan selain pemberian masker sesuai standar keselamatan dan kesehatan kerja.³⁷ Subjek penelitian yang teridentifikasi tuberkulosis dari foto toraks disarankan untuk dilakukan penelusuran diagnostik lebih lanjut seperti pemeriksaan sputum Basil Tahan Asam (BTA) dan Test Cepat Molekuler (TCM) sputum, penelusuran riwayat TB pada keluarga dan riwayat kontak dengan pasien TB paru aktif sebelumnya sehingga dapat ditatalaksana sesuai pedoman pengobatan TB jika terbukti terinfeksi. Program surveilans TB pada pekerja tambang batu bara lebih ditingkatkan kembali sehingga dapat mendeteksi lebih awal. Tindakan identifikasi dini juga tidak terbatas pada individu tetapi juga membantu agar tidak menularkan kepada pekerja yang lain.³⁸

Terdapat hubungan antara umur dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara

pada penelitian ini. Shen dkk di China melaporkan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada umur rata-rata $52 \pm 4,3$ tahun, masa kerja $24,8 \pm 7,1$ tahun dan umur pertama kali terpajan debu batu bara $29,1 \pm 5$ tahun. Terdapat hubungan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara dengan pajanan debu batu bara, lokasi kerja, umur pertama terpajan debu, masa kerja dan debu terakumulasi.³⁵ Laney dkk di Virginia barat melaporkan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada rata-rata umur 52,6 tahun.² Wang dkk di Amerika melaporkan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara tahun 2005-2009 pada umur 40 tahun atau bekerja ≥ 20 tahun.³⁰ Umur mempengaruhi faal paru, VEP1 dan KVP menurun sesuai dengan bertambahnya umur. Nilai VEP₁/KVP stabil pada dewasa muda dan kemudian menurun 70-75% pada perempuan berumur >55 tahun dan laki-laki >60 tahun. Faal paru relatif sedikit berubah dari umur 20 sampai 40 tahun dan mulai menurun sesudahnya.³⁸ Kelainan faal paru berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis. Pneumokoniosis pekerja tambang batu bara berhubungan umur juga dipengaruhi oleh kapan umur awal terpajan debu batu bara, masa kerja dan debu terakumulasi dalam paru.^{35,39}

Tidak didapatkan hubungan antara status gizi dan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Subjek penelitian dengan pneumokoniosis pekerja batu bara 66,7% dengan status gizi normal. Sama dengan penelitian oleh Shen dkk menunjukkan bahwa status gizi kelompok pneumokoniosis pekerja batu bara tidak menunjukkan perbedaan bermakna dengan kontrol ($25,41 \pm 3,46$ dengan $25,10 \pm 3,97$, $P=0,134$).³⁶ Penelitian ini menyimpulkan tidak ada hubungan antara status gizi dengan kerentanan terhadap kejadian pneumokoniosis namun status gizi erat berkaitan dengan tingkat kesehatan dan produktivitas tenaga kerja.²²

Tidak didapatkan hubungan antara status merokok dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Hasil ini berbeda dengan penelitian oleh Unalack dkk di Turki melaporkan kejadian pneumokoniosis lebih tinggi

pada pekerja perokok dan bekas perokok.³⁴ Simanjuntak dkk juga mendapatkan hubungan antara kejadian pneumokoniosis dengan kebiasaan merokok.²¹ Seorang perokok akan lebih mudah menderita kelainan paru akibat perubahan anatomi saluran napas yang berpengaruh pada faal paru dan memiliki gejala klinis bervariasi.²⁸

Rokok mengandung banyak zat berbahaya seperti nikotin, tembakau, tar, nitrosamin dan karbon monoksida yang menyebabkan kerusakan luas sistem pernapasan. Inhalasi zat berbahaya ini dapat mengaktifasi makrofag alveolar, limfosit T dan netrofil, sehingga mengaktifasi sel mediator inflamasi mengeluarkan komponen inflamasi seperti leukotrin B₄, interleukin 8 dan TNF α yang dapat merusak struktur paru dan menyebabkan reaksi inflamasi kronis saluran nafas, parenkim paru dan pembuluh darah paru. Merokok juga dapat menyebabkan silia di epitel bronkus menjadi lebih pendek dan ireguler sehingga mengganggu pergerakan silia, mengurangi tahanan lokal, melemahkan fagositosis dan efek sterilisasi sel fagosit serta dapat menyebabkan bronkospasme dan meningkatkan tahanan saluran nafas. Penelitian sebelumnya menunjukkan merokok dapat meningkatkan sekresi di saluran pernapasan melalui ujung saraf sensorik, hipersekresi mukus sehingga terjadi obstruksi saluran nafas. Karbon monoksida yang dihasilkan dari merokok dapat merusak sel endotel pada dinding arteri selanjutnya menjadi aterosklerosis dan menyebabkan penurunan fungsi pertukaran gas di paru.³⁴ Tidak didapatkan hubungan antara status merokok dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara namun merokok menjadi salah satu faktor yang dapat mengganggu faal paru paru pekerja tambang dan menyebabkan pneumokoniosis pekerja tambang batu bara. Penelitian ini berbeda dari penelitian sebelumnya, karena penelitian sebelumnya sebagian besar subjek penelitian merokok dengan IB Berat sedangkan pada penelitian ini IB sedang dan kemungkinan terdapat perbedaan pengelompokan status merokok pada analisis penelitian ini dengan sebelumnya.

Tidak didapatkan hubungan antara masa kerja dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara. Bangun tahun 1999 di Bandung melaporkan subjek penelitian dengan masa kerja ≥ 10 tahun memiliki risiko pneumokoniosis 12 kali dibandingkan dengan masa kerja < 10 tahun.⁵ Penelitian kohort selama 40 tahun (1970-2010) oleh Shen dkk di *Kailuan Group* China melaporkan peningkatan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara dipengaruhi oleh masa kerja ≥ 40 tahun, pajanan debu batu bara terakumulasi dan awal mula terpajan debu batu bara ($P < 0,001$).³⁵ Masa kerja merupakan salah satu faktor risiko penting menyebabkan kejadian pneumokoniosis karena semakin lama masa kerja maka partikel debu batu bara terakumulasi di paru semakin bertambah.¹⁰ Masa kerja lama (≥ 10 tahun) dapat mengakibatkan terjadinya pneumokoniosis pekerja tambang batu bara. Semakin lama masa kerja maka semakin tinggi risiko terjadi pneumokoniosis. Perbedaan ini terjadi karena penelitian ini masih dalam skala kecil dan dengan jumlah sampel dan kasus sedikit, oleh karena itu tidak dapat menggambarkan keadaan di lapangan.

Lama pajanan berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Laney dkk mendapatkan kejadian pneumokoniosis berhubungan dengan lamanya waktu terpajan debu batu bara.² Lama pajanan debu merupakan faktor terjadinya kelainan paru. Semakin lama pajanan dan masa kerja seseorang maka semakin tinggi pula tingkat risiko.²³ Lama pajanan debu rata-rata direkomendasikan oleh NIOSH adalah sekitar 10 sampai 40 jam/minggu.³⁹

Lokasi kerja tidak berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Penelitian Shen dkk di China melaporkan angka kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara lebih tinggi terjadi pada pekerja tambang dalam.³⁵ Perbedaan ini terjadi karena perbedaan jenis debu batu bara untuk menyebabkan pneumokoniosis dari satu tambang ke tambang lainnya, kadar debu pada lingkungan dan masa kerja.²⁷ Sumber debu batu bara yang paling sering menyebabkan pneumokoniosis adalah

pertambangan bawah tanah. Risiko terjadi pneumokoniosis batu bara lebih besar pada pertambangan bawah tanah karena kandungan debu batu bara di lingkungan bawah tanah lebih tinggi dibanding di permukaan tanah.²⁷

Tidak didapatkan hubungan antara kadar debu dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Laney dkk melaporkan subjek penelitian yang bekerja di area terbuka dengan kadar debu tinggi memiliki risiko pneumokoniosis 8,3 kali lebih besar dibandingkan pekerja di daerah dengan kadar debu rendah.² Simanjuntak dkk melaporkan terdapat hubungan antara kadar debu dengan kejadian pneumokoniosis.²³ Perbedaan ini terjadi karena pada penelitian ini memperlihatkan distribusi kejadian pneumokoniosis sama di lokasi dengan kadar debu (NAB) $<10 \text{ mg/mm}^3$ maupun di lokasi dengan kadar debu (NAB) $\geq 10 \text{ mg/mm}^3$.³ Pengontrolan kadar debu batu bara merupakan faktor penting yang harus diawasi oleh pengelola pertambangan batu bara.

Terdapat hubungan antara penggunaan masker dengan kejadian pneumokoniosis. Penelitian Khumaida pada 44 pekerja PT. Kota Jati Furnindo desa Suwawal kecamatan Mlonggo kabupaten Jepara melaporkan pekerja yang tidak menggunakan masker mempunyai risiko terjadi kelainan paru 6 kali lebih tinggi dibandingkan menggunakan masker.⁴⁰ Penelitian tersebut menyimpulkan penggunaan masker secara bermakna dapat meningkatkan perlindungan organ pernapasan. Pengetahuan tentang penggunaan masker sesuai standar dan perilaku disiplin pekerja merupakan faktor penting dalam kepatuhan penggunaan masker di tempat kerja. Penggunaan masker sesuai standar di lingkungan kerja merupakan salah satu upaya pencegahan terhadap pneumokoniosis. Berdasarkan rekomendasi NIOSH dan OSHA masker dengan filter N95 mampu melindungi pekerja dengan baik terhadap kondisi sangat berdebu.³⁹

Terdapat hubungan dengan kelaianan faal paru dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Wang dkk di Amerika tahun 2005-2009 melaporkan pekerja

tambang batu bara dengan pneumokoniosis lesi simpel memiliki risiko kelainan faal paru 1,8 kali dibandingkan tanpa pneumokoniosis, pekerja tambang batu bara dengan PMF memiliki risiko kelainan faal paru 3,7 kali dibandingkan tanpa PMF.³⁰ Penelitian lain oleh Cohen dkk di Amerika melaporkan derajat pneumokoniosis meningkatkan risiko kelainan faal paru. Kelainan faal paru obstruktif, restriktif ataupun keduanya berhubungan dengan kerusakan saluran napas, emfisema dan kelainan fibrosis akibat respons inflamasi terhadap debu di parenkim paru. Pneumokoniosis juga dapat menurunkan kapasitas difusi yang berhubungan dengan peningkatan pajanan debu batu bara.⁴¹

Gejala respirasi tidak berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini. Yessi tahun 2015 melaporkan terdapat hubungan antara gejala respirasi dengan kejadian pneumokoniosis akibat batu kapur.³² Perbedaan ini terjadi karena gejala dan manifestasi klinis dari pneumokoniosis pekerja batu bara sangat bervariasi tergantung pada stadium penyakit dan jenis debu yang diinhalasi.²⁷

Faktor dominan yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara di PT. A Kota Sawahlunto adalah penggunaan masker. Subjek yang tidak menggunakan masker pada saat bekerja memiliki risiko 5 kali lipat untuk menderita pneumokoniosis dibandingkan dengan menggunakan masker. Penelitian tersebut sama dengan penelitian Khumaida di Jepara mendapatkan pekerja yang tidak menggunakan masker mempunyai risiko terjadi kelainan paru 6 kali lebih tinggi dibandingkan menggunakan masker.⁴⁰

KESIMPULAN

Rerata umur subjek penelitian antara 22-69 tahun dan sebagian besar subjek berstatus gizi normal, bekerja ≥ 10 tahun, faal paru normal dan tidak menggunakan masker. Sebagian subjek penelitian merokok dengan IB sedang. Pekerja di tambang dalam dengan pajanan kadar debu NAB $\geq 10 \text{ mg/mm}^3$ dan lama pajanan ≥ 40 jam/minggu lebih dominan. Subjek yang mengalami gejala respirasi ≥ 3 gejala paling dominan. Terdapat kejadian

pneumokoniosis pekerja tambang batu bara PT. A Kota Sawahlunto berdasarkan foto toraks ILO. Faktor yang berhubungan dengan kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara diantaranya adalah umur, lama paparan, penggunaan masker dan kelainan faal paru. Faktor yang tidak berhubungan dengan pneumokoniosis pekerja tambang batu bara diantaranya adalah status gizi, merokok, masa kerja, kadar debu dan gejala respirasi. Faktor dominan yang mempengaruhi kejadian pneumokoniosis pekerja tambang batu bara pada penelitian ini adalah penggunaan masker. Pekerja tambang batu bara yang tidak menggunakan masker berpeluang mengalami kejadian pneumokoniosis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Government of Alberta. Coal Dust at The Work Site. Workplace Health and Safety Bulletin 2010. Canada: Government of Alberta Employment and Immigration; 2010 April. Report No: CH063-Chemical Hazard.
2. Laney AS, Weissman DN. Respiratory disease in coal miner. J Occup Environ Med. 2014;56(105):18-22.
3. GBD 2013 Mortality and Causes of Death Collaborators. Global, regional, and national age-sex specific all-cause and cause specific mortality for 240 causes of death, 1990-2013: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2013. Lancet. 2015; 385: 117-71.
4. Sunsanto AD. Pneumokoniosis. J Indo Med Assoc. 2011;61(12):503-6.
5. Bangun U, Widjaya M. Analisis epidemiologis pneumokoniosis berdasarkan X-Ray paru klasifikasi standar International labour organization (ILO) pada pekerja tambang batu PT. A di Bandung Jawa Barat [tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 1998.
6. Kasmara M. Penyakit paru dan gangguan faal paru pada tenaga kerja di pabrik semen [tesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 1998.
7. Sirait M. Hubungan Karakteristik Pekerja dengan Faal Paru di Kilang Kecamatan Porsea tahun 2010 [skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara; 2010.
8. Mo J, Wang L, Au W, Su M. Prevalence of coal workers' pneumoconiosis in China: a systematic analysis of 2001-2011 studies. Int J Hyg Environ Health. 2014; 217: 46-51.
9. Kementrian Tenaga Kerja dan Transmigrasi RI. Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi no 13 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja. Jakarta: 2011.
10. Rinawati P. Coal worker's pneumoconiosis. J Majority. 2015. 4 (1); 49-56.
11. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Coal workers' pneumoconiosis-related years of potential life lost before age 65 years - United States [serial online]. 2019 [cited 2019 Apr 14]. Available from <https://www.cdc.gov/mmwr/preview/mmwrhtml/mm5850a4.htm>.
12. Kuempel ED, Wheeler MW, Smith RJ, et al. Contributions of dust exposure and cigarette smoking to emphysema severity in coal miners in the United States. Am J Respir Crit Care Med. 2009; 180: 257-64.
13. Pemerintah Kota Sawahlunto. In: Rencana Pengembangan kota lama dalam menggugah sejarah bangsa. Seminar Program Keberhasilan Pelestarian Kota Sawahlunto; 2007.
14. International Labour Organization (ILO). Guidelines for the use of the ILO International Classification of Radiographs of Pneumoconiosis Revised edition 2011. Geneva: ILO; 2011.
15. PT. Allied Indo Coal Jaya. Standard Operating Procedure. Sawahlunto: PT. Allied Indo Coal Jaya. Sawahlunto; 2018.
16. Han L, Han R, Ji X, Wang T. Prevalence characteristic of coal workers' pneumoconiosis (CWP) in state-owned mine in eastern China. International Journal of Environmental Research and Public Health. 2015. 12(7); 7856-67.
17. Qian QZ, Cao XK, Shen FH, Wang Q. Correlations of smoking with cumulative total dust exposure and cumulative abnormal rate of

- pulmonary function in coal-mine workers. *Exp Ther Med*. 2016;12:2942-8.
18. Satiti Sonyaruri. Peningkatan sumber daya manusia melalui pendidikan untuk menyongsong bonus demografi. *Jurnal Kependudukan Indonesia*. 2019. 14 (1): 77-92.
 19. Srimulyati T, Karmin S, Mulyadi. Analisis sosial ekonomi masyarakat pasca penutupan tambang batu bara PT. Bukit Asam unit penambangan ombilin (PT. BA-UPO) di Kota Sawahlunto. *Jurnal Teknologi Mineral dan Batubara*. 2010. 2(8): 84-91.
 20. Mengkidi D. Gangguan fungsi paru dan faktor-faktor yang mempengaruhinya pada karyawan PT. Semen Tonasa Pangkep Sulawesi Selatan [tesis]. Semarang: Universitas Dipenogoro; 2006.
 21. Aunillah K, Ardham Y. Hubungan paparan debu dan lama paparan dengan gangguan faal paru pekerja *overhaul power plant* di pertambangan batu bara [tesis]. Surabaya: Universitas Airlangga; 2015. p155-65.
 22. Frans PJ. Perbaikan Gizi Kerja dalam Upaya Peningkatan Produktifitas Perusahaan. Jakarta: Hiperkes dan Keselamatan Kerja; 1989. p25-8.
 23. Simanjuntak ML, Pinontoan OR, Pangemanan JM. Hubungan antara kadar debu, msa kerja, penggunaan masker dan merokok dengan kejadian pneumokoniosis pada pekerja di PT. Tonasa Line Kota Bitung. *JIKMU*. 2015.5(2b): 520-32.
 24. Han L, Li Y, Yan W et al. Quality of life and influencing factors of coal miners in Xunzhou, China. *Journal of thoracic Disease*. 2018; 10 (2): 835-44.
 25. Cahyana A, Djajakusli R, Rahim MR. Faktor yang berhubungan dengan kejadian gangguan fungsi paru pada pekerja tambang batubara PT. Indominco Mandiri tahun 2012. *N Med Sci J*. 2012: 1-18.
 26. Cowie RL, Murray JF, Becklake MR. Pneumoconiosis. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA, editors. *Textbook of Respiratory Medicine*. 6th Ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2016: 1307-30.
 27. Susanto AD, Isbaniah F, Agustina P. Pneumokoniosis Batu bara. Bunga rampai penyakit paru kerja dan lingkungan. Seri 1. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. 2009: 15-25.
 28. National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH). Coal Mine Dust Exposures and Associated Health Outcomes: A Review of Information Published Since 1995. Washington, DC: DHHS (NIOSH); 2011.
 29. Yong M, Anderle L, Lenaerts H et al. The risk of developing coal workers' pneumoconiosis in a German inception Cohort of coal miners of ruhr Area – results after 30 years of follow-up. *Annals of lung cancer*. 2018,2(1): 9-47.
 30. Wang LM, BeeckmanAL, Wolfe LA et.al. Lung-Function Impairment Among US Underground Coal Miners, 2005 to 2009. *J Occup Environ Med*. 2013;55(7):846-50.
 31. Janssens JP, Pache JC, Nicod LP. Physiological changes in respiratory function associated with ageing. *Eur Respir J* 1999; 13: 197-205.
 32. Yessi. Kejadian silikosis dan keluhan respirasi pada pekerja pabrik kapur di Bukit Tui Padang Panjang [tesis]. Padang: Universitas Andalas; 2015.
 33. Petsonk E, Rose C, Cohen R. Coal mine dust lung disease. *Am J Respir Crit Care Med*. 2013. 187 (11): 1178-85.
 34. Unalack M, Altin R, Kart L, Tor M, Ornek T, Altunel H. Smoking prevalence, behavior, and nicotine addiction among coal workers in Zongudak, Turkey. *J Occup Health*. 2004. 46: 289-95.
 35. Shen F, Yuan J, Sun Z et.al. Risk Identification and prediction of coal workers' pneumoconiosis in Kailuan colliery group in China: a historical cohort study. *PLOS ONE*. 2013.8 (12): 1-8.
 36. World Health Organization (WHO). Screening and surveillance of workers exposed to mineral dust. Geneva: World Health Organization; 1996.
 37. Yulandari WD. Implementasi kebijakan keselamatan dan kesehatan kerja terhadap keselamatan pertambangan di PT Bukit Asam

- TBK Tanjung Enim [skripsi]. Palembang: Univeritas Sriwijaya; 2019.
38. Jin Y, Wang H, Zhang J, et al. Prevalence of latent tuberculosis infection among coal workers' pneumoconiosis patients in China: A cross-sectional study. BMC Public Health. 2018;18(1):1-9.
39. Occupational Safety and Health Administration. Respiratory Protection. Washington (DC): United States Department of Labor; 2002. Report No: 1910.134
40. Khumaidah. Analisis Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Gangguan Fungsi Paru pada Pekerja Mebel PT. Kota Jati Furnindo Desa Suwawal Kecamatan Mlonggo Kabupaten Jepara [tesis]. Semarang: Universitas Dipenogoro; 2009.
41. Cohen RA. Is the increasing prevalence and severity of coal workers' pneumoconiosis in the United States due to increasing silica exposure? Occup Environ Med 2010: 649–50.