

[ARTIKEL REVIEW]

COAL WORKER'S PNEUMOCONIOSIS

Putri Rinawati

Faculty Medicine, Lampung University

Abstract

Coal workers' pneumoconiosis (CWP) is a chronic occupational lung disease caused by long-term inhalation of dust, which triggers inflammation of the alveoli, eventually resulting in irreversible lung damage. CWP ranges in severity from simple to advanced; the most severe form is progressive massive fibrosis (PMF). WHO said that 1,1 thousand mortality caused by working and 5% from this mortality is Pneumoconiosis and 6 % from this pneumoconiosis are CWP (Coal Worker's Pneumokoniosis). Prevalency Coal Worker's Pneumoconiosis in Indonesia only do in some place of work. There are three point of CWP for diagnose. First, exposure dust inhale from coal miners; second, abnormality radiograph of lung; and third, amormality respiration. Some examination for diagnose CWP are Phycical Examination, Laboratorium Examination, Spirometry test, and Radiography test (Thorax radiography and CT Scan). The average interval from a normal chest radiograph to massive fibrosis was 12 years. To prevent pneumoconiosis in surface miners, operations should use effective dust monitoring and control methods to reduce respiratory hazards and emphasize the risk for advanced pneumoconiosis in worker training. CDC's National Institute for Occupational Safety and Health recommends that surface coal miners be included in periodic health surveillance.

Keywords: coal worker's pneumoconiosis, diagnose, prevalency, preventive

Abstrak

Pneumoconiosis batu bara adalah penyakit dalam pekerjaan yang kronik akibat menghirup debu dalam waktu yang lama, dengan ditandai adanya inflamasi di alveolus, sehingga berdampak pada kelainan paru yang irreversible. Tingkat keparahan pneumoconiosis batu bara mulai dari ringan sampai berat; yang paling berat adalah Progressive Massive Fibrosis (PMF). WHO menyatakan 1,1 juta kematian adalah akibat pekerjaan dan 5% dari kematian tersebut adalah pneumoconiosis, dan dari 6% dari pneumoconiosis ini adalah Pneumoconiosis batu bara. Prevalensi Pneumoconiosis batu bara di Indonesia hanya dilakukan di berbagai tempat kerja saja. Ada tiga kriteria dalam mendiagnosis Pneumokoniosis batu bara. Pertama, pajanan debu batu bara; kedua, gambaran radiologi paru yang abnormal; ketiga, gangguan fungsi pernapasan. Beberapa pemeriksaan untuk mendiagnosa Pneumoconiosis batu bara adalah pemeriksaan fisik, pemeriksaan laboratorium, tes spirometri, dan pemeriksaan radiografi (foto thorax dan CT scan). Interval dari pemeriksaan radiografi normal menjadi fibrosis masif adalah 12 tahun. Untuk mencegah pneumokoniosis pada penambang, operasi harus dilakukan dengan monitoring debu dan mengontrol beberapa metode untuk menurunkan kerugian pada pernapasan dan mengurangi resiko dengan melakukan training pada pekerja. CDC's National Institute for Occupational Safety and Health merekomendasi agar pekerja batu bara dimasukkan dalam surveilans kesehatan.

Kata kunci: diagnosis, pencegahan, pneumoconiosis batu bara, prevalensi

...

Korespondensi : Putri Rinawati | putrismunda@gmail.com

Pendahuluan

Di era globalisasi ini kemajuan teknologi dan industri kian meningkat sebagai upaya pencapaian swasembada bahan pokok. Hal ini tentunya menimbulkan dampak negatif akibat adanya limbah hasil industri baik berupa limbah padat cair maupun gas. Limbah gas maupun partikel padat yang

melayang di udara dapat menimbulkan polusi udara yang berdampak pada gangguan saluran pernapasan bagi pekerja maupun penduduk sekitar.¹ Data *World Health Organization* (WHO) tahun 1999 menunjukkan bahwa terdapat 1,1 juta kematian oleh penyakit akibat kerja di seluruh dunia, 5% dari angka tersebut adalah pneumoconiosis. Salah satu jenis



pneumokoniosis adalah CWP (Coal Workers Pneumokoniosis). CWP adalah pneumokoniosis yang disebabkan oleh inhalasi partikel karbon dari batu bara (coal), graphite atau carbon black (karbon hitam). Kelainan ini terjadi pada pekerja tambang batu bara, penambang graphite dan pekerja pabrik graphite sintetis dan pabrik karbon hitam.³

Saluran pernapasan merupakan bagian yang paling tersering mengalami penyakit akibat kerja yang disebabkan oleh gas maupun partikel yang ada di udara. Deposisi material inhalan tergantung pada kelarutan dalam air untuk bahan gas dan ukuran partikel untuk bahan padat, dimana gas yang larut dalam air dan partikel dengan diameter lebih dari 10 mg/ml mengalami deposisi di saluran napas bagian atas, sedangkan gas yang tidak terlarut dan partikel yang lebih kecil dapat memasuki saluran napas lebih bawah.³

Riset pertama yang dilakukan oleh British Pneumoconiosis Field Research (PFR) menunjukkan bahwa dari tahun 1953-1958 terjadi peningkatan angka mortalitas pada pekerja penambang batu bara akibat pneumokoniosis dan COPD (Chronic Obstructive Pulmonary Disease).⁴ Hal tersebut dikarenakan pekerja yang terpapar debu batu bara selama bekerja di perusahaan tersebut. Di USA, National Study Of CWP (Coal Workers Pneumokoniosis) menunjukkan hasil penelitiannya selama 23 tahun bahwa terdapat hubungan antara paparan debu batu bara dengan kejadian pneumokoniosis dan COPD setelah di evaluasi lama paparan dan kebiasaan merokok para pekerjanya.⁴ Penelitian terhadap 138 pekerja penambang batu bara di Virginian Selatan menunjukkan lama waktu antara pemeriksaan

radiologi paru normal menjadi gambaran paru yang fibrosis masif yakni setelah terpapar rata-rata selama 12 tahun.⁵

Data prevalensi pneumokoniosis nasional di Indonesia belum ada. Data yang ada adalah penelitian-penelitian berskala kecil pada berbagai industri yang berisiko terjadi pneumokoniosis.

Upaya pencegahan terhadap CWP ini sangat perlu diupayakan supaya para pekerja terhindar dari penyakit pernapasan akibat paparan kerja. Pencegahan yang dapat dilakukan di antaranya pengontrolan kadar debu secara berkala serta pemeriksaan rutin berkala untuk para pekerja terutama pemeriksaan radiografi yang telah dianjurkan CDC's National Institute for Occupational Safety and Health.⁹

DISKUSI

Pengertian Coal Worker's Pneumoconiosis (Pneumokoniosis Batu Bara)

Istilah pneumokoniosis berasal dari bahasa Yunani yaitu "*pneumo*" berarti paru dan "*konis*" berarti debu. Terminologi pneumokoniosis pertama kali digunakan untuk menggambarkan penyakit paru yang berhubungan dengan inhalasi debu mineral.¹⁰ International Labour Organization (ILO) mendefinisikan pneumokoniosis sebagai suatu kelainan yang terjadi akibat penumpukan debu di dalam paru yang menyebabkan reaksi jaringan terhadap debu tersebut. Pneumokoniosis digunakan untuk menyatakan berbagai keadaan berikut:¹¹

1. Kelainan yang terjadi akibat pajanan debu anorganik seperti silika (silikosis), asbes (asbestosis) dan timah (stannosis)



2. Kelainan yang terjadi akibat pekerjaan seperti pneumokoniosis batubara
3. Kelainan yang ditimbulkan oleh debu organik seperti kapas (bisinosis)

Prevalensi

Pneumokoniosis terbanyak adalah Silikosis, asbestosis dan pneumokoniosis batubara. Data di Australia tahun 1979-2002 menyebutkan, terdapat >1000 kasus pneumokoniosis terdiri atas 56% asbestosis, 38% silikosis dan 6% pneumokoniosis batubara.¹² Prevalensi pneumokoniosis batubara di berbagai pertambangan di Amerika Serikat dan Inggris bervariasi (2,5-30%) tergantung besarnya kandungan batubara pada daerah pertambangan tersebut.¹² Prevalensi pneumokoniosis di negara bagian Amerika pada tahun 1960 sekitar 30% dan angka ini jauh menurun pada tahun 2002 hanya sekitar 2.5%. setiap tahun angka kejadian pneumokoniosis berkurang hal ini dapat dikarenakan kontrol dari perusahaan yang kian meningkat.¹²

Prevalensi pneumokoniosis batu bara di Indonesia belum ada penelitian khusus mengenai prevalensi penyakit ini hanya pada skala kecil yang mencakup suatu perusahaan saja.^{6,7} Penelitian Darmanto *et al.* di tambang batubara tahun 1989 menemukan prevalensi pneumokoniosis batubara sebesar 1,15%.⁶ Data penelitian di Bandung tahun 1990 pada pekerja tambang batu menemukan kasus pneu-mokoniosis sebesar 3,1%. Penelitian oleh Bangun *et al.* tahun 1998 pada pertambangan batu di Bandung menemukan kasus pneumokoniosis sebesar 9,8%.⁷ Kasmara (1998) pada pekerja semen menemukan

kecurigaan pneumokoniosis 1,7%. Penelitian *OSH center* tahun 2000 pada pekerja keramik menemukan silikosis sebesar 1,5%.⁸ Penelitian Pandu *et al.* di pabrik pisau baja tahun 2002 menemukan 5% gambaran radiologis yang diduga pneumokoniosis. Damayanti *et al.* pada pabrik semen menemukan kecurigaan pneumokoniosis secara radiologis sebesar 0,5%.⁶

Jenis pneumokoniosis

Penamaan pneumokoniosis bergantung pada jenis debu yang menyebabkan penyakit pernapasan ini. Secara ringkas terdapat dalam tabel di bawah ini:

Tabel 1. Beberapa Jenis Pneumokoniosis Berdasarkan Debu Penyebabnya.¹¹

Jenis	Pneumokoniosis
Asbes	Asbestosis
Silika	Silikosis
Batu bara	Pneumokoniosis Batu bara
Besi	Siderosis
Berilium	Beriliosis
Timah	Stanosis
Talk	Talkosis (<i>talc pneumokoniosis</i>)
Aluminiu	Aluminosis
Grafit	Pneumokoniosis grafit
Debu <i>antimony</i>	<i>Antimony pneumokoniosis</i>
Debu mineral <i>barite</i> (barium sulfat)	<i>Baritosis</i>
Debu karbon	Pneumokoniosis karbon
Debu <i>polyvinyl Chloride</i> (PVC)	Pneumokoniosis PVC
Debu <i>polyvinylpyrrolidone</i>	<i>Thesaurosis</i> (PVP)
Debu <i>bakelite</i>	Pneumokoniosis <i>bakelite</i>
Titanium oksida	Pneumokoniosis titanium
Zirkonium	Pneumokoniosis



<i>Silicon carbide</i>	zirkonium <i>Carborundum</i> <i>pneumoconiosis</i>
<i>Hard metal carbide</i>	<i>Tungsten</i> <i>pneumoconiosis</i> (<i>hard metal disease</i>)
<i>Nylon flock Lung</i>	<i>Flock Worker's</i>
Debu campuran	
- Campuran silika dan besi (<i>Hematite pneumoconiosis</i>)	Silikosiderosis
- Silikat (campuran silikond- oksida, magnesium, aluminium oksida, kalsium)	Silikatosis
- <i>Slate</i> (campuran <i>mica</i>)	<i>Slate-workers</i> <i>Pneumoconiosis</i>
- Kaolin (partikel <i>multilayer</i> mengandung aluminium hidroksida dan silikon oksida)	pneumokoniosis kaolin
- <i>Mica</i> (aluminium dan pota- sium silikat)	<i>Mica</i> <i>pneumoconiosis</i>

Sumber: *Departemen Pulmonologi dan Ilmu Kedokteran Respirasi Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia/ Rumah Sakit Persahabatan, Jakarta*

Patogenesis

Bentuk kelainan yang terjadi pada CWP biasanya berupa peradangan dan pembentukan jaringan fibrosis. Debu yang berukuran 0.1 – 10 mikron mudah terhirup pada saat kita bernapas. Debu yang berukuran lebih dari 5 mikron akan mengendap disaluran napas bagian atas. Debu berukuran 3-5 mikron akan menempel disaluran napas bronkiolus, sedangkan yang berukuran 1-3 mikron akan sampai ke alveoli.^{2,16} Debu-debu tersebut masuk ke dalam paru, dan akan terdistribusikan di saluran napas dan menimbulkan reaksi sistem pertahanan tubuh sebagai respon terhadap debu tersebut. Reaksi yang ditimbulkan juga bergantung terhadap

komposisi kimia, sifat fisik, dosis dan lama pajanan yang menentukan dapat atau mudah tidaknya terjadi pneumokoniosis. Timbulnya reaksi debu terhadap jaringan membutuhkan waktu yang cukup lama, pada beberapa penelitian didapatkan sekitar 15 – 20 tahun.¹¹

Adapun mekanisme terjadinya pneumokoniosis dibagi menjadi tiga tahap yakni tahap impaksi, sedimentasi dan difusi.

1. Impaksi

Mekanisme impaksi adalah kecenderungan partikel tidak dapat berubah arah pada percabangan saluran napas. Akibat hal tersebut banyak partikel tertahan di mukosa hidung, faring ataupun percabangan saluran napas besar. Sebagian besar partikel berukuran lebih besar dari 5 mm tertahan di nasofaring. Mekanisme impaksi juga terjadi bila partikel tertahan di percabangan bronkus karena tidak bisa berubah arah.¹⁷

2. Sedimentasi

Sedimentasi adalah deposisi partikel secara bertahap sesuai dengan berat partikel terutama berlaku untuk partikel berukuran sedang (1-5 mm). Umumnya partikel tertahan di saluran napas kecil seperti bronkiolus terminal dan bronkiolus respiratorius. Debu ukuran 3-5 mikron akan menempel pada mukosa bronkioli sedangkan ukuran 1-3 mikron (debu respirabel) akan langsung ke permukaan alveoli paru. Mekanisme terjadi karena kecepatan aliran udara sangat berkurang pada saluran napas tengah. Sekitar 90% dari konsentrasi 1000 partikel per cc akan dikeluarkan dari alveoli, 10% sisanya diretensi dan secara lambat dapat menyebabkan pneumokoniosis.^{17,18}

3. Difusi



Difusi adalah gerakan acak partikel akibat kecepatan aliran udara. Terjadi hanya pada partikel dengan ukuran kecil. Debu dengan ukuran 0,1 mm sampai 0,5 mm keluar masuk alveoli, membentur alveoli sehingga akan tertimbun di dinding alveoli (gerak Brown).^{17,18}

Faktor faktor yang dapat meningkatkan resiko PPB antara lain:²¹

- a. Tipe debu; debu yang mengandung silika dapat memperberat terjadinya PPB, usia batubara juga menentukan resiko terjadinya PPB
- b. Usia pekerja saat paparan debu pertama kali
- c. Lama berada di tempat kerja
- d. Merokok
- e. Ukuran debu
- f. Jenis pekerjaan, pekerja yang bertugas sebagai pemotong batu bara secara langsung memiliki resiko yang lebih tinggi dibandingkan pekerja lainnya.

Diagnosis

Ada tiga kriteria mayor yang dapat membantu untuk diagnosis pneumokoniosis. Ketiga kriteria tersebut adalah:

1. Pertama, paparan yang signifikan dengan debu mineral yang dicurigai dapat menyebabkan pneumokoniosis dan disertai dengan periode laten yang mendukung. Oleh karena itu, diperlukan anamnesis yang teliti mengenai kadar debu di lingkungan kerja, lama paparan dan penggunaan alat pelindung diri serta kadang diperlukan pemeriksaan kadar debu di lingkungan kerja. Gejala seringkali timbul sebelum

kelainan radiologis seperti batuk produktif yang menetap dan atau sesak napas saat aktivitas yang mungkin timbul 10-20 tahun setelah paparan.

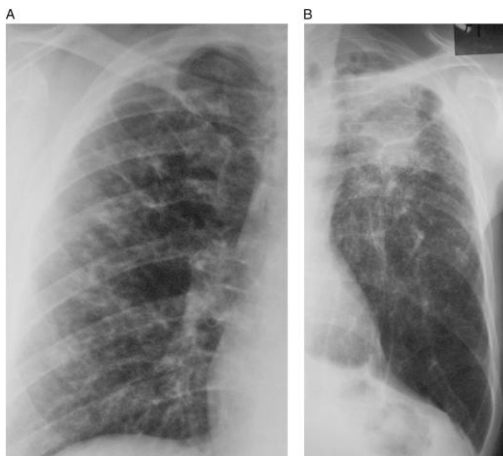
2. Kedua, gambaran spesifik penyakit terutama pada kelainan radiologi dapat membantu menentukan jenis pneumokoniosis. Gejala dan tanda gangguan respirasi serta abnormalitas faal paru sering ditemukan pada pneumokoniosis tetapi tidak spesifik untuk mendiagnosis pneumokoniosis.
3. Ketiga, tidak dapat dibuktikan ada penyakit lain yang menyerupai pneumokoniosis. Pneumokoniosis kemungkinan mirip dengan penyakit interstisial paru difus seperti sarkoidosis, *idiopathic pulmonary fibrosis* (IPF) atau *interstitial lung disease* (ILD) yang berhubungan dengan penyakit kolagen vaskular.¹¹

Pneumokoniosis penambang batubara simpleks dapat berkembang menjadi kompleks dalam waktu 1 tahun.²⁶ Pneumokoniosis penambang batubara kompleks biasanya disertai dengan gejala. Gejala yang timbul dapat berupa gejala respirasi seperti batuk berdahak yang cenderung menetap. Batuk pada CWP kompleks yang progresif dapat disertai dengan dahak berwarna kehitaman. Hal ini biasanya diakibatkan oleh komplikasi infeksi yang terjadi pada penderita.^{23,25} Gejala pernapasan lainnya seperti sesak napas terutama saat melakukan aktifitas dan nyeri dada. Gejala non respirasi yang mungkin terjadi adalah terdapat bengkak di kaki dan tungkai yang merupakan komplikasi lanjut.^{27,28} Pada pemeriksaan spirometri ditemukan penurunan nilai fungsi paru yang berarti. Tindakan preventif pada saat ini adalah



untuk mencegah terjadinya komplikasi yang lebih parah. Untuk menegakkan diagnosis dari penyakit ini diperlukan anamnesis yang cermat terhadap:^{26,29,30}

- Keluhan yang dirasakan oleh penderita.
- Riwayat pekerjaan seperti lama bekerja, penempatan tugas, dan lingkungan.
- Kebiasaan penderita seperti menggunakan alat pelindung diri (APD) dan kebiasaan merokok.²



Gambar 1. Gambaran radiologi paru-paru penderita coal worker pneumoconiosis. A: Simple Pneumoconiosis, B: Progressive Massive Fibrosis

(sumber: W. Alex Wad, et al., 2009)

Pemeriksaan penunjang yang digunakan untuk menentukan diagnosis serta derajat penyakit ini di antaranya adalah dengan menggunakan pemeriksaan radiologi (CT Scan dan foto thoraks) dan pemeriksaan faal paru dengan menggunakan spirometer. Adapun gambaran radiologinya dapat dijadikan acuan dalam menunjukan derajat keparahan penyakit ini. ILO membagi derajat keparahan berdasarkan gambaran radiologi perselubungan halus, perselubungan kasar dan tingkat kerapatan.^{19,24,26}

Dalam penelitian yang dilakukan terhadap 138 pekerja tambang batu

bara di Virginian Selatan yang mengalami PMF (Progressive Massive Fibrosis) didapatkan hasil dari analisis kuesioner dan pemeriksaan spirometri seperti pada tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Informasi gambaran dari 138 pekerja tambang di Virginian Selatan dengan PMF (Progressive Massive Fibrosis)⁵

Variabel	Median	Rentang	Rata-rata
usia PMF, y	53	40-77	52,6
Tahun kejadian	2003	1989-2009	2003
Riwayat merokoky ^a	15	0,5-67,5	18,4
Lama gejala (tahun)	5,5	0-25	8,1
FEV ₁ , (%) predicted) ^b	2,83 (77,5)	0,87-4,25 (25-114)	2,79 (74,3)
FVC ₁ , (%) predicted) ^b	4,22 (86,3)	1,67-6,23 (32-125)	4,08 (84,3)
FEV1/FVC ratio. %	69,2	26,6-90,1	67,8
Lama (tahun) menjadi PMF (n=43) ^c	12	5-27	12,2

PMF : Progressive Massive Fibrosis

^a 81 (59%) dari 138 orang yang merokok

^b radiologi dada menunjukan PMF

^c waktu menjadi PMF dari radiologi dada normal

(sumber: W. Alex Wad, et al., 2009)

Pada kondisi tertentu, diperlukan diagnosis pasti pajanan bahan di lingkungan kerja dengan analisis bahan biologi (sputum, *bronchoalveolar lavage*/BAL, biopsy transbronkial atau biopsi paru terbuka) untuk melihat debu mineral atau produk metabolismenya.¹¹ Pemeriksaan BAL membantu menegakkan diagnosis. Pada pemeriksaan BAL dapat terlihat debu di dalam makrofag dan jenis debu kemungkinan dapat diidentifikasi menggunakan mikroskop elektron.^{11,20}

Pencegahan



Pencegahan dari pneumokoniosis jenis ini yang paling penting dilakukan adalah menjauhi pajanan. Untuk penatalaksanaan dari kasus ini hanya diberikan terapi medikamentosa untuk mengatasi simtomatisnya dan mengurangi kemungkinan komplikasi yang akan muncul.²⁵ Hal ini dikarenakan CWP bersifat progresif yang tidak akan bisa sembuh hanya dengan menjauhi pajanan. Selebihnya para pekerja wajib dilakukan pemeriksaan berkala serta pengontrolan kadar debu di lingkungan kerja.^{10,20} Selain itu, pemeliharaan kesehatan juga penting seperti menghindari merokok yang akan memperburuk kondisi saluran pernapasan dan menghindari infeksi misalnya dengan melakukan vaksinasi.^{13,22}

SIMPULAN

Pneumoconiosis batu bara atau yang disebut CWP (Coal Worker's Pneumokoniosis) merupakan penyakit saluran pernapasan yang disebabkan pajanan debu yang berasal dari industri batu bara dari berbagai tahap produksinya. CWP dapat menjadi fibrosis paru jika terus terpapar selama kurang lebih 12 tahun.

Setiap tahunnya prevalensi pneumokoniosis cenderung menurun, dan didapatkan terbanyak pada laki laki usia lebih dari 65 tahun. Data nasional prevalens untuk pneumokoniosis di Indonesia masih belum ada. Penelitian tentang pneumokoniosis di Indonesia masih berskala kecil. Penurunan jumlah kasus baru pneumokoniosis menggambarkan kontrol perusahaan terhadap lingkungan semakin membaik.

Diagnosis CWP dapat ditegakkan berdasarkan tiga kriteria yang telah ditentukan. Tidak ada penatalaksanaan khusus selain mengobati simtomatisnya.

Pencegahan adalah hal utama yang harus diupayakan perusahaan untuk mengurangi angka kejadian penyakit ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Mangunnegoro H, Yunus F. Diagnosis penyakit paru kerja. In: Yunus F, Rasmin M, Hudoyo A, Mulawarman A, Swidarmoko B, editor. Pulmonologi klinik. 1st Ed. Jakarta: Balai Penerbit FKUI; 1992 : 05-7.
2. Ngurah Rai IB. Pneumokoniosis. Patogenesis dan gangguan fungsi. In: Abdullah A, Patau J, Susilo HJ, Saleh K, Tabri NA, Mappangara, *et al*. Naskah Lengkap Pertemuan Ilmiah Khusus (PIK) X Perhimpunan Dokter Paru Indonesia. Makassar: Sub-bagian paru Bagian Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin; 2003 : 183-8.
3. Arief, Erwin dan Winariani. Pneumokoniosis Coal Worker Pada Penderita Tb Paru dan efusi pleura. Majalah Kedokteran Respirasi Unair. 2010 (1).
4. Graber, JM., Stayner, LT., *et al*. Respiratory Disease Mortality Among US Coal Miners; Results After 37 Years Of Follow-Up. BMJ. 2010; (1)
5. W. Alex Wade, MD., Edward L. Petsonk MD, FCCP., Byron Young., *et al*. Severe Occupational Pneumoconiosis Among West Virginian Coal Miners- One Hundred Thirty eight Cases of Progressive Massive Fibrosis Compensated Between 2000 and 2009. Original Research. *CHEST* 2011; 139(6):1458–1462
6. Laney AS, Attfield MD. Quartz exposure can cause pneumoconiosis in coal workers. *J Occup Environ Med*. 2009; 51 (8): 867.
7. Bangun U, Widjaya M. Analisis epidemiologis pneumokoniosis berdasarkan X ray paru klasifikasi standar international labour organization (ILO) pada pekerja tambang batu P.T. A di Bandung Jawa Barat [Thesis]. Jakarta: Universitas Indonesia; 1998.
8. National and Occupational Safety and Health Center. Pneumoconiosis in Indonesia. Presented at: The ILO/OSH Center national training workshop. Prevention of pneumoconiosis. Using the ILO International Classification of radiographs of pneumoconiosis, 2000. Jakarta, 19-22 November 2007.
9. Pneumoconiosis and Advanced Occupational Lung Disease Among Surface Coal Miners —



- 16 States, 2010–2011. *MMWR* / June 15, 2012 / Vol. 61 / No. 23. p. 431.
10. Cowie RL, Murray JF, Becklake MR. Pneumoconiosis. In: Mason RJ, Broaddus VC, Murray JF, Nadel JA, editors. *Textbook of Respiratory Medicine*. 4th Ed. Philadelphia: Elsevier Saunders; 2005: 1748-82.
11. Susanto, Agus Dwi. Pneumokoniosis. *Pengembangan Pendidikan Keprofesian Berkelanjutan- IDI*. J Indon Med Assoc; 2011 (61): 12.
12. Smith DR, Leggat PA. 24 years of pneumoconiosis mortality surveillance in Australia. *J Occup Health*. 2006; (48):309-13.
13. Demedts M, Nemey B, Elnes P. Pneumoconioses. In: Gibson GJ, Gedder DM, Costales U, Sterk PJ, Cervin B, editor. *Respiratory Medicine*. 3rd ed. London: Elsevier Science; 2003: 675-92.
14. Mapel D, Coultas D. Disorders due to minerals other than silica, coal and asbestos and to metals. In: Hendrick DJ, Burge PS, Beckett WS, Churg A, editors. *Occupational disorders of the lung: recognition, management and prevention*. 1st ed. London: WB Saunders Company; 2002: 163-90.
15. Suarathana E, Laney AS, Storey E, Hale JM, Attfield MD. Coal workers' pneumoconiosis in the United States: regional differences 40 years after implementation of the 1969 Federal Coal Mine Health and Safety Act. *Occup Environ Med*; 2011: 908–13.
16. Susanto AD, Pneumokoniosis, J Indon Med Assoc; 2011 (61): 503-10.
17. Morgan WKC. The deposition and clearance of dust from the lungs. Their role in etiology of occupational lung disease. In: Morgan WKC, Seaton A, editors. *Occupational lung disease*. 3rd ed. Philadelphia: WB Saunders Company; 1995 (41): 111-26.
18. West JB. Environmental and other diseases. In: West JB. *Pulmonary pathophysiology. The essentials*. 6th ed. Baltimore: Lippincott Williams & Wilkins; 2003: 123-41.
19. International Labour Organization. Guidelines for the use of the ILO International Classification of Radiographs of pneumoconiosis. Revised edition 2000. Geneva; International Labour Office, 2002.
20. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Coal workers' pneumoconiosis-related years of potential life lost before age 65 years - United States, 1968-2006. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 2009; 58 (50): 1412 - 16.
21. Razi F, Amri Z, Ichsan M, Faisal Yunus F. Pengaruh Debu Batubara terhadap Paru Pekerja Tambang Penggalian. *Maj Kedokteran Indonesia*, Vol : 58, Feb 2008: 35-40
22. 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.
23. Laney AS, Attfield MD. Coal workers' pneumoconiosis and progressive massive fibrosis are increasingly more prevalent among workers in small underground coal mines in the United States. *Occup Environ Med* 2010; 67: 428–31.
24. Miller BG, MacCalman L. Cause-specific mortality in British coal workers and exposure to respirable dust and quartz. *Occup Environ Med* 2010;67: 270–6.
25. Miyazaki MaU H. Risk of lung cancer among Japanese coal miners on hazard risk and interaction between smoking and coal mining. *J Occup Health* 2001: 43:6.
26. Antao VC, Petsonk EL, Sokolow LZ, et al. Rapidly progressive coal workers' pneumoconiosis in the United States: geographic clustering and other factors. *Occup Environ Med* 2005: 670–4.
27. Schubauer-Berigan MK, Hein MJ, Raudabaugh WM, et al. Update of the NIOSH life table analysis system: a person-years analysis program for the windows computing environment. *Am J Ind Med* 2011: 915–24.
28. 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.
29. Hnizdo E, Vallyathan V. Chronic obstructive pulmonary disease due to occupational exposure to silica dust: a review of epidemiological and pathological evidence. *Occup Environ Med* 2003;60:237–43.
30. Silverman DT, Samanic CM, Lubin JH, et al. The diesel exhaust in miners study: a nested case-control study of lung cancer and diesel exhaust. *J Natl Cancer Inst* 2012: 855–68.

