

## Overview Risiko Dampak Debu Akibat Aktivitas Penambangan di Indonesia

Gabriela Elisabeth Tasidjawa, Nurkhamim, Anggita Firmansyah

Program Magister Teknik Pertambangan, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran" Yogyakarta

Korespondensi: [gbrllsbth@gmail.com](mailto:gbrllsbth@gmail.com), [nurkhamim@upnyk.ac.id](mailto:nurkhamim@upnyk.ac.id)

### ABSTRAK

Pada kegiatan pertambangan selain memberikan kontribusi besar dalam berbagai bidang, namun juga menghasilkan dampak negatif bagi lingkungan, salah satunya adalah paparan debu yang sangat mengganggu aktivitas penambangan. Debu adalah salah satu polutan udara yang berpotensi menghasilkan toksin yang bisa berdampak pada pekerja tambang, masyarakat sekitar maupun organisme hidup lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui risiko dampak debu akibat aktivitas penambangan di Indonesia. Penelitian ini dilakukan dengan metode *literature review* dengan sumber data penelitian diambil dari studi kasus 6 jurnal tentang debu di Indonesia. Hasil menunjukkan bahwa risiko dampak debu akibat penambangan di Indonesia tergantung pada faktor karakteristik debu, lama paparan dan faktor tenaga kerja itu sendiri. Faktor debu antara lain bentuk, komposisi debu, ukuran partikel, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi. Dari hasil kajian diketahui juga faktor umur, masa kerja, lama kerja (lama paparan), kebiasaan merokok dan penggunaan alat pelindung diri (masker) merupakan variabel yang berpengaruh terhadap dampak debu tambang.

Kata kunci: aktivitas penambangan, faktor debu, dampak debu

### ABSTRACT

*Mining activities in addition to making a major contribution in various fields, but also produce negative impacts on the environment, one of which is exposure to dust which greatly disrupts mining activities. Dust is one of the air pollutants that has the potential to produce toxins that can have an impact on mining workers, surrounding communities and other living organisms. This study aims to determine the risk of dust impact due to mining activities in Indonesia. This research was conducted using a literature review method with research data sources taken from case studies of 6 journals about dust in Indonesia. The results show that the risk of dust impact due to mining in Indonesia depends on the characteristics of the dust, the length of exposure and the labor factor itself. Dust factors include form, dust composition, particle size, concentration, solubility and chemical properties. From the results of the study, it is also known that age, working period, length of work (long exposure), smoking habits and the use of personal protective equipment (masks) are variables that affect the impact of mining dust.*

*Keywords: mining activity, dust factor, dust impact*

### 1. PENDAHULUAN

Pencemaran udara sudah menjadi fenomena biasa di beberapa negara khususnya di Indonesia. Hal ini terjadi karena banyak industri kurang memperhatikan mengenai pengendalian pencemaran udara. Dalam kegiatan pertambangan tentunya memberikan kontribusi besar dalam berbagai bidang. Namun kenyataannya kegiatan pertambangan memiliki salah satu dampak negatif bagi lingkungan yaitu banyaknya paparan debu yang sangat mengganggu aktivitas penambang. Debu adalah salah satu polutan udara yang memiliki tingkat toksisitas yang signifikan yang dapat berdampak pada pekerja tambang maupun masyarakat di sekitar tambang.

Kondisi lingkungan kerja berpengaruh terhadap kesehatan pekerja. Tempat kerja adalah lokasi manapun yang berkaitan dengan aktivitas kerja di bawah kendali perusahaan [1]. Setiap tempat kerja tentunya memiliki potensi bahaya yang dapat mempengaruhi kesehatan pekerja sehingga dapat menimbulkan penyakit akibat kerja. Tempat kerja yang sehat mendukung pekerja untuk dapat berkerja secara optimal untuk meningkatkan produktivitas. Sebaliknya tempat kerja yang tidak sehat dapat menurunkan derajat kesehatan pekerja dan akhirnya menurunkan produktivitas [2].

WHO (*World Health Organizaton*) ukuran debu partikel yang dapat membahayakan berkisar 0.1-5 atau 10 mikron [3]. Nilai Ambang Batas (NAB) yang merupakan standar faktor bahaya di tempat kerja sebagai kadar

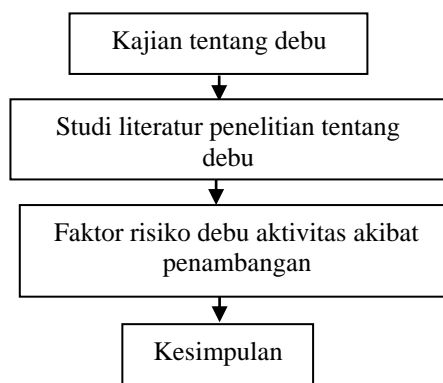
rata-rata tertimbang waktu yang dapat diterima tenaga kerja tanpa mengakibatkan penyakit atau gangguan kesehatan [4]. Nilai Ambang Batas (NAB) paparan debu merupakan batas nilai maksimal untuk paparan debu sehingga masih dapat diterima oleh pernapasan dalam batas waktu tertentu. Berdasarkan Peraturan Menteri Tenaga Kerja Dan Transmigrasi RI No.13 tahun 2011 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Kimia di tempat kerja, bahwa kadar debu maksimal di tempat kerja ialah  $3 \text{ mg/m}^3$  [5].

Bahaya debu terhadap kesehatan dimana debu merupakan bahan partikel apabila masuk ke dalam organ pernafasan manusia maka dapat mengakibatkan penyakit pada tenaga kerja berupa gangguan pernafasan yang ditandai dengan pengeluaran lendir secara berlebihan yang menimbulkan gejala utama yang sering terjadi adalah batuk, sesak nafas dan kelelahan umum [6]. Dampak pajanan bahan-bahan berbahaya seperti polutan di tempat kerja dan lingkungan terhadap kesehatan, mengakibatkan bermacam-macam gangguan diantaranya ISPA. Penyakit saluran pernapasan merupakan penyakit akibat kerja pada industri yang sering dijumpai di negara berkembang, prevalensinya bervariasi antara 2-20% [7].

Gangguan saluran pernapasan terjadi secara bertahap atas proses akumulasi paparan yang masuk ke dalam paru. Selain dari paparan lingkungan gangguan pada saluran pernapasan dapat dipengaruhi oleh karakteristik pekerja tersebut. Karakteristik pekerja yang mempengaruhi terjadinya gangguan saluran pernapasan meliputi umur, jenis kelamin, riwayat pekerja menderita penyakit paru, lama pajanan, kebiasaan merokok, masa kerja, tingkat pendidikan pekerja, dan penggunaan alat pelindung diri berupa masker [8]. Pengaruh paparan debu terhadap kesehatan manusia tidak selalu sama. Hal ini tergantung pada faktor debu, lama paparan dan faktor tenaga kerja itu sendiri. Faktor debu antara lain bentuk, komposisi debu, ukuran partikel, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi. Faktor individual terdiri dari mekanisme pertahanan paru, anatomi dan fisiologi saluran napas dan faktor imunologis. Lama paparan juga dapat menentukan berat ringannya dampak paparan. Paparan yang berlebih terhadap *respirable dust* yang berbahaya (*harmful*) dapat menimbulkan penyakit pernapasan yang disebut pneumoconiosis. Penyakit ini disebabkan oleh menumpuknya debu mineral di dalam paru-paru dan merusak jaringan paru-paru [6]. Oleh karena itu, penulisan *literature review* ini bertujuan untuk mengetahui risiko paparan debu akibat aktivitas penambangan di Indonesia.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dimulai dengan studi *literature review*. *Literature review* adalah metode penelitian yang merupakan ulasan kembali tentang topik tertentu yang menekankan pada pertanyaan tunggal yang telah dikenali secara sistematis, dinilai serta disimpulkan menurut kriteria yang telah ditentukan sebelumnya berdasarkan bukti penelitian yang berkualitas tinggi yang relevan dengan pertanyaan penelitian [9]. Sumber data penelitian ini diambil dari studi kasus 6 jurnal tentang debu yang ada di Indonesia. Sampel penelitian pada jurnal yang digunakan sebagai *literature review* bersifat nasional sehingga dapat mengetahui risiko paparan debu akibat aktivitas penambangan di Indonesia. Dalam kajian ini, kegiatan yang dilakukan disajikan seperti pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

## 3. HASIL DAN ANALISIS

Berdasarkan kajian literatur, metode yang digunakan dengan desain *cross-sectional* dengan populasi yang berbeda-beda. Penelitian *cross-sectional* adalah suatu penelitian untuk mempelajari dinamika korelasi antara faktor-faktor risiko dengan efek, dengan cara pendekatan, observasional, atau pengumpulan data. Penelitian *cross-sectional* hanya mengobservasi sekali saja dan pengukuran dilakukan terhadap variabel subjek pada saat penelitian [10].

## 3.1. Identifikasi dan Sintesis Jurnal

Tabel 1. Tabel Hasil Sintesis Jurnal

No.	Referensi	Tujuan	Sampel	Variabel	Hasil
1	Herlina Susanto Sunuh, Indro Subagyo (2022) <sup>11</sup>	Untuk memberikan gambaran kadar debu respirabel pada pekerja di bagian produksi PT. Bintang Manunggal Persada Kelurahan Buluri	Populasi yaitu 26 orang responden bagian produksi dengan jumlah sampel sebesar 5 orang yang pengambilannya dilakukan menggunakan Kriteria inklusi yaitu mereka yang bersedia dijadikan sebagai responden.	Masa kerja dan umur	Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari pengukuran kadar debu pada pekerja bagian produksi di PT. Bintang Manunggal Persada dengan menggunakan Personal Dust Sampler, menunjukkan bahwa 4 responden memenuhi persyaratan dan 1 responden tidak memenuhi persyaratan karena hasil pengukuran yang menunjukkan, jumlah kadar debu yang masuk melalui zona pernapasan melebihi NAB 3,0 mg/m <sup>3</sup> . Hasil pengamatan dan wawancara terhadap responden menunjukkan sebagian besar responden tidak menggunakan alat pelindung diri berupa masker pada saat melakukan aktivitas ditempat kerja
2	Nurul Fatmasari Gaffar, Muhammad Khidri, dan Nur Ulmy Mahmud (2021) <sup>12</sup>	Untuk mengetahui gambaran kadar debu di lingkungan Pabrik Kapur Antang Kota Makassar.	Sampel diambil dengan cara <i>purposive sampling</i> sebanyak 35 sampel.	Masa kerja, kebiasaan merokok, dan penggunaan APD	Hasil penelitian yang didapatkan di Pabrik Kapur Antang adalah masa kerja >5 tahun terdiri dari 28 (80%), sedangkan 8 jam/hari 31 (31.3%), sedangkan kebiasaan merokok baik 22 (62.9) orang kurang baik 13 (37.1%) orang, penggunaan masker 100%, penggunaan topi yaitu 18 (51.4%) dan tidak menggunakan topi yaitu 17 (48.6%) pekerja, penggunaan sarung tangan yaitu 34 (97.1%) dan tidak menggunakan sarung tangan yaitu 1 (2.9%) pekerja, penggunaan kaca mata yaitu 7 (20%) dan tidak menggunakan kaca mata yaitu 28 (80%) pekerja. Dan kadar debu titik A baik 5.980 sedangkan titik B kurang baik 0.118.
3	Christine Ayu Priscilla Wenas, Paul A.T. Kawatu, dan Woodford B.S. Joseph (2015) <sup>13</sup>	Untuk mengetahui adanya gambaran kadar debu, status merokok dan fungsi paru pada pekerja tambang batu di Desa Warembungan.	Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja penambang batu di Desa Warembungan sebanyak 40 orang pekerja	Umur dan kebiasaan merokok	Kadar debu di lingkungan tempat kerja di Warembungan di tiga titik ketiganya melebihi nilai ambang batas yaitu titik pertama dengan kadar debu 832,3 mg/m <sup>3</sup> , titik kedua dengan kadar debu 817,3 mg/m <sup>3</sup> , dan pada titik ketiga dengan kadar debu 795,0 mg/m <sup>3</sup> . Hasil penelitian karakteristik responden berdasarkan status merokok dari 40 responden yang merokok sebanyak 34 orang dengan persentase 85%, dan yang tidak merokok sebanyak 6 orang dengan persentase 15%.
4	Ana Fauziah, Budiyo, Mursid Rahrjo (2020) <sup>14</sup>	Untuk membahas pajanan debu batubara terhirup terhadap keluhan subyektif gangguan pernafasan pada pekerja di area <i>stockpile</i> batubara	Sampel dalam penelitian ini adalah seluruh pekerja atau total populasi yaitu 36 pekerja di area <i>stockpile</i> batubara.	Umur, masa kerja, pemakaian APD, dan kebiasaan merokok	Hasil penelitian menunjukkan bahwa variabel yang berhubungan dengan keluhan subyektif gangguan pernafasan adalah penggunaan APD (masker) ( $p = 0,006$ ) dan kebiasaan merokok ( $p = 0,005$ ). Sedangkan variabel paparan debu batubara terhirup, usia, masa kerja, lama paparan, status gizi dan kebiasaan olahraga tidak memiliki hubungan dengan keluhan subyektif gangguan pernafasan pada pekerja di area <i>stockpile</i> batubara.

5	I Putu Eka Krisnha Wijaya, Ida Bagus Ngurah Rai, I Putu Andrika (2019) <sup>15</sup>	Untuk mengetahui risiko silikosis pada pekerja industri pengolahan batu	Penelitian ini dilakukan di tiga perusahaan pengolahan batu (perusahaan X1, X2, dan X3) di Desa Sebudi, Kecamatan Selat, Kabupaten Karangasem. Sampel ditentukan dengan cara random sampling	Umur, kebiasaan merokok, pemakaian APD	Terdapat 55 sampel pekerja industri pengolahan batu pada penelitian ini. Pada uji korelasi Spearman, didapatkan korelasi signifikan antara pajanan debu silika dengan TGF- $\beta$ 1 serum, ( $r$ )= 0,319; $p$ = 0,018. Pada hasil uji analisis multivariat regresi linear, didapatkan pajanan debu silika ( $p$ = 0,042) dan status gizi ( $p$ = 0,012) memiliki hubungan signifikan dengan TGF- $\beta$ 1 serum.
6	Rahayu Hasan Akili, Febi Kolibu, Ardainsyah C. Tucunan (2017) [16]	Untuk mengetahui faktor-faktor terkait kasus penyakit ISPA pada pekerja tambang batugamping di Kecamatan Buliide, Kabupaten Kota Barat, Privinso Gorontalo.	Populasi dalam penelitian ini adalah seluruh masyarakat yang bekerja sebagai pekerja tambang kapur sebanyak 40 orang. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan dengan cara total sampling.	Umur dan kebiasaan merokok	Pekerja kapur yang berada di Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo paling banyak berada pada kelompok umur 49-57 Tahun yaitu 12 orang (30%) dan paling sedikit berada pada kelompok umur 58-66 yaitu lima orang (12,5%). Jumlah pekerja kapur yang menderita ISPA sebanyak 28 orang (70%) sedangkan yang tidak menderita sebanyak 12 orang (30%). Lama bekerja memiliki hubungan ( $p$ =0,836, $p$ >0,05) dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja tambang kapur di Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo Tahun 2015. Masa kerja tidak memiliki hubungan ( $p$ = 0,05) dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja tambang kapur di Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo Tahun 2015. Perilaku merokok memiliki hubungan ( $p$ =0,817, $p$ >0,05) dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja tambang kapur di Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo Tahun 2015. Umur memiliki hubungan ( $p$ =0,418, $p$ >0,05) dengan kejadian penyakit ISPA pada pekerja tambang kapur di Kelurahan Buliide Kecamatan Kota Barat Kota Gorontalo Tahun 2015.

### 3.2. Faktor Risiko Paparan Debu Akibat Aktivitas Penambangan

Penyakit paru kerja adalah penyakit atau kerusakan pada paru yang disebabkan oleh debu, asap, gas berbahaya yang terhisap oleh para pekerja di tempat kerja [17]. Penyakit paru akibat debu industri mempunyai gejala dan tanda yang mirip dengan penyakit paru yang lain yang tidak disebabkan oleh debu di lingkungan kerja [18].

Beberapa faktor berpengaruh dalam timbulnya penyakit atau gangguan akibat paparan debu bagi pekerja di ruang kerja. Menurut Suma'mur (1996) [19], dapat disimpulkan bahwa faktor yang mempengaruhi timbulnya gangguan atau penyakit akibat pekerja yang bekerja di ruangan akibat paparan debu adalah: Faktor fisik, meliputi: Jenis bahan, ukuran partikel, bentuk partikel, daya penetrasi, konsentrasi, daya larut, luas permukaan (higroskopisitas), lama waktu paparan dan turbulensi udara. Faktor kimia, meliputi: tingkat keasaman dan kebasahan (alkalinitas), Kecendrungan untuk bereaksi dengan bahan dalam paru-paru, dan jenis persenyawaan. Faktor individual pekerja, meliputi: Umur, jenis kelamin, anatomi dan fisiologi, daya tahan tubuh (immunologis), genetik, dan emosi (psikologis), keadaan gizi, kepekaan tubuh, motivasi kerja dan pengaruh lingkungan (habituasi).

Teori Brown 1996 debu yang masuk melalui saluran napas menyebabkan resistensi (debu yang masuk dan menempel pada saluran pernapasan dapat menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan). Lamanya paparan debu terhadap tenaga kerja juga dianggap sebagai salah satu faktor resiko yang dapat mempengaruhi keparahan penyakit gangguan pernapasan yang diderita oleh pekerja. Ketika seseorang bekerja dan mengalami paparan debu dalam waktu yang lama menyebabkan penumpukan debu pada saluran pernapasan

yang berdampak pada gangguan obstruktif, mengurangi kemampuan ekspirasi dan gangguan restriktif mengurangi kemampuan paru paru dalam menghirup udara, hingga dapat mengurangi kemampuan beraktivitas sehari-hari [20]. Penyakit batuk, bronkhitis akut dan kronik, sakit tenggorokan, pneumonia, asma, emphysema paru, dan kanker paru merupakan perwujudan penyakit saluran pernapasan, sebagai dampak pemajanan atas pencemar udara secara terus-menerus dan dalam waktu relatif lama. Pencemaran udara dari industri, asap kendaraan, dan debu di dalam maupun luar ruangan adalah salah satu penyebab infeksi saluran pernapasan atas (ISPA) [21]. Beberapa faktor risiko pekerja dari beberapa hasil penelitian diatas adalah: umur, masa kerja, lama kerja (lama paparan), kebiasaan merokok dan penggunaan alat pelindung diri (masker) [22].

Pertambahan umur seseorang dapat mengakibatkan kerentanan terhadap efek paparan sehingga semakin meningkat yang dapat dipengaruhi pula oleh aktivitas kesehariannya termasuk kecenderungan untuk merokok yang dapat memperparah kondisi fungsi parunya [23]. Kegiatan merokok dapat menyebabkan perubahan struktur, fungsi saluran nafas dan jaringan. Pembesaran sel mukosa (hipertrofi) dan kelenjar mucus bertambah banyak (hiperplasia) yang terjadi pada saluran nafas besar, selain itu radang ringan hingga penyempitan akibat penambahan sel dan penumpukan lender pada saluran nafas kecil [24]. Semakin lama seseorang dalam bekerja maka semakin banyak dia telah terpapar bahaya yang ditimbulkan oleh lingkungan kerja. Hal ini menunjukkan bahwasanya paparan debu yang ada di lingkungan kerja dan terpapar oleh pekerja dan konsentrasi yang tinggi serta masa kerja yang semakin lama maka dapat berdampak pada gangguan fungsi paru seseorang [25]. Menurut Sihombing 2015 bahwa seorang pekerja yang bekerja selama 8 jam kerja sehari akan menginhulasi kira-kira 10 m<sup>3</sup> udara pernafasan, atau kira-kira sama dengan yang dibutuhkan oleh orang dalam keadaan istirahat per hari. Oleh sebab itu, dapat dimengerti bahwa kontak yang lama dengan lingkungan yang mengandung partikel debu kerja, mengakibatkan stres yang berat pada organ saluran pernapasan, sehingga mudah menimbulkan berbagai jenis penyakit paru dan penyakit saluran pernafasn lainnya [2].

Alat pelindung diri adalah suatu alat yang dipakai untuk melindungi diri dari tubuh terhadap bahaya-bahaya kecelakaan kerja untuk mencegah dan mengurangi tingkat keparahan dari kecelakaan yang terjadi. Pemakaian alat pelindung diri oleh pekerja di tempat kerja yang udaranya banyak mengandung debu merupakan upaya mengurangi masuknya partikel debu kedalam saluran pernafasan [26].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil telaah dari 6 jurnal yang telah dilakukan, risiko dampak debu akibat penambangan di Indonesia dapat disimpulkan bahwa hal ini tergantung pada faktor debu, lama paparan dan faktor tenaga kerja itu sendiri. Faktor debu antara lain bentuk, komposisi debu, ukuran partikel, konsentrasi, daya larut dan sifat kimiawi. Dari tinjauan artikel diketahui ada umur, masa kerja, lama kerja (lama paparan), kebiasaan merokok dan penggunaan alat pelindung diri (masker).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam penyusunan paper ini tidak terlepas dukungan dari berbagai pihak khususnya Kepada Prodi Magister Teknik Pertambangan UPN “Veteran” Yogyakarta. Penulis menyampaikan terima kasih kepada semua pihak telah membantu sehingga dapat menyelesaikan paper ini.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] OHSAS 18001. *Occupational Health and Safety Management System-Requirements*. 2007.
- [2] Sihombing, D.T., Lubis HS., Mahyuni, E.L., Hubungan Kadar Debu dengan Fungsi Paru pada Pekerja Proses. 2015; 3(372).
- [3] World Health Organization. *Recommended Health Based Limit in Occupational Exposure to Select Mineral Dust (Silica, Coal)*. 1996.
- [4] Peraturan Menteri Tenaga Kerja No. 5 tahun 2018 Tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja lingkungan kerja. Jakarta: Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia.
- [5] Peraturan Menteri Tenaga Kerja dan Transmigrasi Nomor Per.13/Men/X/2011 Tahun 2011 Tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika dan Faktor Kimia di Tempat Kerja.
- [6] Ramdan, M. I. *Higiene Industri*. Yogyakarta: CV Bimotry Bulaksumur Visual. 2013.
- [7] Febri, V., Analisis Gangguan Infeksi Saluran Pernafasan Akut Dan Hubungannya Dengan Lokasi Pertambangan di Gunung Kapur Puger Kabupaten Jember Sebagai Sumber Belajar Biologi. Skripsi. Universitas Muhammadiyah Malang; 2020.
- [8] Simanjuntak, R.N.S., Hubungan Antara Kadar Debu Batubara Total Dan Terhirup Serta Karakteristik Individu Dengan Gangguan Fungsi Paru Pada Pekerja Di Lokasi Coal Yard Pltu X Jepara. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro*. 2013; 2(2):18705.

- [9] Okoli C, Schabram K. Working Papers on Information Systems A Guide to Conducting a Systematic Literature Review of Information Systems Research. Work Paper Information System. 2010; 10.
- [10] Notoatmodjo, S. 2010. Metodologi Penelitian Kesehatan. Jakarta: Rineke Cipta
- [11] Sunuh, H.S, Subagyo, I. Gambaran Kadar Debu Respirabel Pada Pekerja Bagian Produksi di PT. Bintang Manunggal Persada Kelurahan Baluri Kota Palu. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2022; 2(1): 1-6
- [12] Gaffar, N.F, Khidri, M, Mahmu, N.U. Gambaran Kadar Debu di Lingkungan Pabrik Kapur Antang Kota Makasar. *Window of Pubic Health Journal*. 2020; 2(1): 941-949
- [13] Wenas, C.A.P, Kawatu, P.A.T, Joseph, W.B.S. Gambaran Kadar Debu, Status Merokok dan Fungsi Paru Pada Pekerja Tambang Batu di Desa Warembungan. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sam Ratulangi Manado. 2015.
- [14] Fauziah A, Budiyono, Raharjo M. Keluhan Subyektif Gangguan Pernafasan Pada Pekerja di Area *Stockpile* Batubara Jambi. Jurnal Ilmiah Mahasiswa. 2020; 10(3):61-69
- [15] Wijaya, I.P.E.K, Rai, I.B.N, Andrika, I.P. Hubungan Antara Paparan Debu Silika Dengan Transforming Growth Factor- $\beta$ 1 Serum Pada Pekerja Industri Pengolahan Batu. Jurnal Penyakit Dalam Indonesia. 2019; 6(2): 64-70
- [16] Akili, R.H, Kolibu F, Tucunan, A.C. Kejadian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut Pada Pekerja Tambang Kapur. Jurnal Fakultas Kesehatan Masyarakat, 2017; 11(1): 4-45
- [17] Yunus F. Diagnosa penyakit paru kerja. Cermin Dunia Kedokteran. 1991; 70:18-24.
- [18] Epler GR. Environmental and occupational lung disease. Radiol Clin North Am. 1992; 30(6):1121-33
- [19] Suma'mur P.K, 1996, Hygiene Perusahaan Kesehatan Kerja Cetakan keenam, Jakarta: Haji Masagung
- [20] Maradjabessy FA, Yuniarti Y, Adji HW. Scoping Review: Efek Debu terhadap Fungsi Paru Pekerja. Jurnal Integrasi Kesehatan Sains. 2021; 3(1): 80-5.
- [21] Qiro S. *Hubungan Paparan Debu dengan Kapasitas Vital Paru Pekerja Batu Bara*. Argomed Unila. 2015; 2(4): 493-9.
- [22] Suwanto, Y.E.P., Analisis Faktor Fisik Lingkungan dan Karakteristik Pekerja dengan Keluhan Pernapasan pada Pekerja di Industri Panci Aluminium. Jurnal Kesehatan Lingkungan. 2018; 10(4): 409-16.
- [23] Christina, Y.M. Hubungan konsentrasi PM10 dan Karakteristik Pekerja Terhadap Keluhan Subjektif Gangguan Pernafasan Akut pada Petugas di Area Basement Parkir Mal Blok M dan Point Square. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah; 2017.
- [24] Puspita, C.G. Pengaruh Paparan Debu Batubara Terhadap Gangguan Faal Paru pada Pekerja Kontrak Bagian Coal Handling PT. PJB Unit Pembangkitan Paiton. 2011; 1-38.
- [25] Akili, R.H., Kolibu, F., Tucunan, A.C., Kejadian Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut pada Pekerja Tambang Kapur. Jurusan Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Ahmad Daulan. 2017; 11(1):41-5
- [26] Zahara, R.A., Effendi, S.U., Khairani, N., Kepatuhan Menggunakan Alat Pelindung Diri (APD) Ditinjau dari Pengetahuan dan Perilaku pada Petugas Instalasi Pemeliharaan Sarana Dan Prasarana Rumah Sakit (IPSR). Jurnal Ilmu Kesehatan. 2017; 2(2):153-158.