

## Analisis Risiko Paparan PM<sub>2,5</sub> di Sekitar Wilayah Pertambangan Kecamatan Wolo

### *PM<sub>2.5</sub> Exposure Risk Analysis Around Mining Area Wolo District*

**Rahman Rauf, Yunita Amraeni, Leniarti Ali**

Program Studi S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Mandala Waluya  
(rahmanrauf830@gmail.com, 085223366787)

#### ABSTRAK

Partikulat berukuran di bawah 2,5 mikron mempunyai efek yang sangat besar bagi tubuh dan lingkungan atmosfer, serta berbahaya bagi organ pernapasan serta dapat menyebabkan asma dan gangguan paru-paru. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi risiko paparan PM<sub>2,5</sub> pada masyarakat di permukiman penduduk sekitar pertambangan nikel di Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka. Studi ini menggunakan metode observasional deskriptif untuk 324 subjek. Hasil identifikasi menunjukkan nilai tertinggi dari pengukuran konsentrasi PM<sub>2,5</sub> mencapai 68,8 µg/Nm<sup>3</sup>. Adapun pengukuran konsentrasi PM<sub>2,5</sub> memiliki data berdistribusi normal sehingga digunakan nilai *mean* sebagai nilai konsentrasi PM<sub>2,5</sub> nya. Besar risiko kesehatan yang bermukim di sekitar wilayah PT. Ceria Nugraha Indotama akibat paparan PM<sub>2,5</sub> sebesar 0,093 mg/kg/hari prakiraan 5 tahun (RQ<1) dan 3,59 mg/kg/hari prakiraan 30 tahun (RQ>1). Diperlukan penanaman pohon hijau di sekitar wilayah pertambangan guna meminimalkan konsentrasi partikulat di udara serta pengontrolan jarak pemukiman penduduk pada batas 2 km dari pusat industri.

**Kata Kunci:** Risiko, partikulat, PM<sub>2,5</sub>, nikel

#### ABSTRACT

*Particulate measuring below 2.5 microns have a very large effect on the body and the atmospheric environment, and are harmful to the respiratory organs and can cause asthma and lung disorders. The objective of this study was to identify the risk of PM<sub>2.5</sub> exposure to communities in residential areas around nickel mining in Wolo District, Kolaka Regency. This study uses a descriptive observational method with a total sample of 324 respondents. The results showed that the highest value of the PM<sub>2.5</sub> concentration measurement was 68.8 g/Nm<sup>3</sup>. The measurement of PM<sub>2.5</sub> concentration has normally distributed so that the mean value is used as the PM<sub>2.5</sub> concentration value. The risk of health living in the vicinity of the PT. Ceria Nugraha Indotama due to PM<sub>2.5</sub> exposure of 0.093 mg/kg/day for 5 years (RQ<1) and 3.59 mg/kg/day for 30 years (RQ>1). It is necessary to plant green trees around the mining area to reduce the concentration of particulates in the air and to control the distance of the population to at least 2 km from the industrial center.*

**Keywords:** Risk, particulate, PM<sub>2,5</sub>, nickel

#### Article Info:

Received: 14 Agustus 2021 | Revised form: 16 Agustus 2021 | Accepted: 11 Sept 2021 | Published online: Des 2021

## PENDAHULUAN

Industrialisasi merupakan arah pembangunan Indonesia selama 20 tahun terakhir, seiring penambahan angka industri yang menimbulkan pencemaran yang dihasilkan dari proses produksi industri seperti kontaminasi pencemaran air, udara, tanah dan pembuangan limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (B3).<sup>1</sup>

*Particulate Matter* atau partikel debu adalah satu sumber pencemaran yang terdiri dari senyawa organik dan anorganik seperti Sulfat, Nitrat, Amonia, Sodium Klorida, Karbon, debu mineral dan air. Debu partikulat dengan ukuran 2,5 mikron ( $PM_{2.5}$ ) merupakan pencemar yang menjadi perhatian penting. Hal tersebut disebabkan oleh  $PM_{2.5}$  dapat dengan mudahnya masuk ke dalam saluran pernapasan dan alveoli.  $PM_{2.5}$  hasil dari dari kegiatan industri mengeluarkan berbagai material logam berat dan Sulfur Dioksida ( $SO_2$ ).<sup>2</sup>

Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Atas umumnya terjadi akibat manifestasi cemar yang terhirup oleh paru-paru dan terjadi secara terus menerus atau berlangsung secara berulang kali.<sup>3</sup> *Particulate matter* kurang dari  $2.5 \mu m$  ( $PM_{2.5}$ ) mempunyai efek yang sangat besar bagi tubuh dan lingkungan atmosfer. Paparan  $PM_{2.5}$  berbahaya bagi organ pernapasan serta dapat menyebabkan asma dan gangguan paru-paru.<sup>4</sup>

Berdasarkan risiko kesehatan yang dapat terjadi maka studi ini bertujuan untuk mengidentifikasi *intake* paparan partikulat di sekitar wilayah pertambangan nikel berdasarkan karakteristik masyarakat dan partikulat yang dilihat dari lama tinggal, konsentrasi partikulat, laju inhalasi, lama paparan, frekuensi paparan dan

berat badan.

## BAHAN DAN METODE

Studi ini dilakukan dengan metode observasional deskriptif. Lokasi penelitian ini berada di wilayah sekitar kawasan pertambangan nikel Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka dengan radius yang berada di sekitar Pertambangan Nikel di Kecamatan Wolo, Kabupaten Kolaka (Lokasi IUP) di mana terdiri dari 7 lokasi titik pengambilan sampel. Penelitian ini dilaksanakan mulai pada bulan Oktober 2020 sampai dengan bulan Februari 2021. Populasi target dalam penelitian ini yaitu berjumlah 2.065 orang (kepala keluarga) dengan jumlah sampel 324 responden dan teknik pengambilan sampel yaitu *Cluster Sampling* (area sampling) dengan melakukan randomisasi pada 14 kelompok wilayah kelurahan/desa di Kecamatan Wolo. Maka diperoleh enam kelompok wilayah kelurahan/desa dengan jumlah KK berdasarkan sampel minimal yang telah ditetapkan.

Pengukuran partikulat menggunakan alat spektrofotometer. Analisa data menggunakan dua tahapan, yaitu pertama statistik deskripsi adalah statistik yang digunakan untuk mendiskripsikan pajanan  $PM_{2.5}$ . Kedua statistik inferensial adalah teknik statistik untuk menganalisis seberapa besar risiko pajanan  $PM_{2.5}$  dengan pengukuran ARKL sebagai berikut:

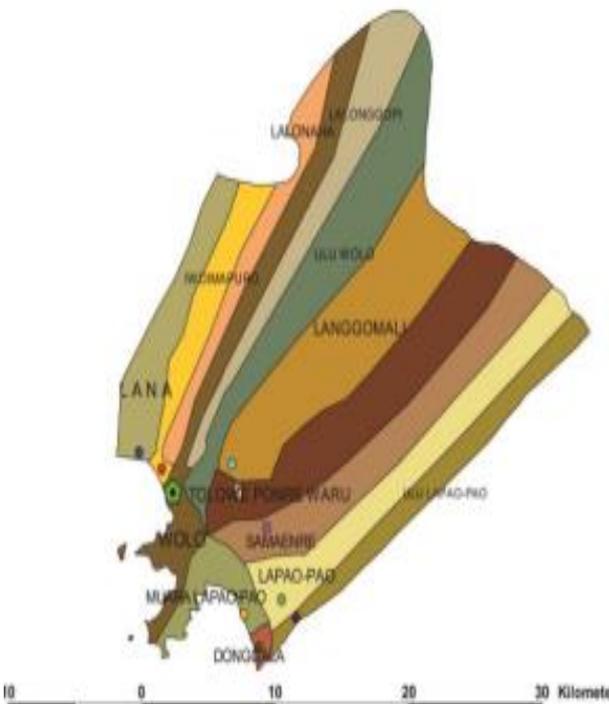
$$I_{nk} = \frac{C R t E f E D t}{W b t a v g}$$

## HASIL

Penelitian ini dilaksanakan di wilayah

sekitar kawasan Izin Usaha Pertambangan (IUP) Pertambangan Nikel PT. Ceria Nugraha Indotama (PT. CNI), di mana terdiri dari 7 lokasi titik pengambilan sampel yaitu:

Kelurahan/Desa	Sampling Titik
Kelurahan Wolo	VI (Lingkungan 1) VII (Lingkungan 4)
Kelurahan Ulu Wolo	V
Desa Tolowe Ponrewaru	IV
Desa Samaenre	III
Desa Lapao-pao	II
Desa Lapao-pao	I



Gambar 1. Wilayah Kec. Wolo

Karakteristik responden berdasarkan lama tinggal hari/tahun pada masyarakat masyarakat di lokasi penelitian menunjukkan sebagian besar responden telah menetap selama 18-23 tahun dan paling sedikit selama 9 tahun (Tabel 1)

Tabel 1. Distribusi Responden Berdasarkan Lama Tinggal Hari/Tahun

Lama Tinggal (Hari/Tahun)	n	%
18-23	98	30,2
24-29	71	21,9
30-35	68	21,0
36-41	35	10,8
42-47	19	5,9
48-53	13	4,0
54-59	11	3,4
60-65	9	2,8
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Data Primer, 2021

Pengukuran konsentrasi *partikulat matter* di udara dilakukan untuk menentukan tingkat risiko dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Konsentrasi Partikulat Matter (PM<sub>2,5</sub>) di Udara

Lokasi	Hasil (µg/Nm <sup>3</sup> )	NAB (µg/Nm <sup>3</sup> )	Metode Pengukuran
I	30,8	65	SNI 19-7119.3-2005
II	51,6	65	SNI 19-7119.3-2005
III	62,9	65	SNI 19-7119.3-2005
IV	54,2	65	SNI 19-7119.3-2005
V	56,7	65	SNI 19-7119.3-2005
VI	65,6	65	SNI 19-7119.3-2005
VII	68,8	65	SNI 19-7119.3-2005

Sumber: Data Primer, 2021

Hasil pengukuran *Particulate Matter* (PM<sub>2,5</sub>) di udara di sekitar permukiman masyarakat di

lokasi penelitian, menunjukkan dua lokasi (lokasi 6 dan 7) yaitu kelurahan Wolo di lingkungan 1 dan 4 memiliki nilai konsentrasi yang melebihi nilai ambang batas. Sementara lokasi lainnya berada di bawah NAB dengan konsentrasi terendah pada lokasi 1.

Identifikasi volume udara yang masuk setiap jamnya (laju inhalasi) pada masyarakat di lokasi penelitian diperoleh berdasarkan nilai default sebesar 0,83m<sup>3</sup>/jam.

Lamanya pajanan setiap jam/hari konsentrasi *Particulate Matter* (PM<sub>2,5</sub>) pada masyarakat di lokasi penelitian menunjukkan responden dominan terpapar pajanan selama 12 jam per hari dan 14 jam perhari. Sementara hanya sedikit yang terpapar pajanan selama 19 atau 20 jam per hari (Tabel 3).

**Tabel 3. Distribusi Lamanya Pajanan Setiap Jam/Hari**

Pajanan (Jam/Hari)	n	%
12	84	25,9
13	49	15,1
14	63	19,4
15	40	12,3
16	52	16,0
17	19	5,9
18	11	3,4
19	1	0,3
20	5	1,5
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Data Primer, 2021

Lamanya frekuensi pajanan setiap tahun dengan kategori 240 hari sebanyak 154 orang (47,5%), pajanan setiap tahun dengan kategori

288 hari sebanyak 151 orang (46,6%) dan pajanan setiap tahun dengan kategori 365 hari sebanyak 19 orang (5,9%) (Tabel 4).

**Tabel 4. Distribusi Responden Berdasarkan Frekuensi Pajanan**

Frekuensi pajanan (Hari/Tahun)	n	%
≤ 240	154	47,5
≤ 288	151	46,6
≤ 365	19	5,9
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Data Primer, 2021

Responden rata-rata berada pada kelompok Berat Badan dengan interval 65-69 kg. dan paling sedikit dengan interval berat badan 40-44 kg (Tabel 5).

**Tabel 5. Distribusi Responden Berdasarkan Berat Badan**

Berat Badan (Kg)	n	%
40-44	17	5,2
45-49	39	12,0
50-54	41	12,7
55-59	56	17,3
60-64	33	10,2
65-69	87	26,9
70-74	24	7,4
75-79	27	8,3
<b>Total</b>	<b>324</b>	<b>100,0</b>

Sumber: Data Primer, 2021

Berdasarkan hasil perhitungan, maka diperoleh nilai *intake* konsentrasi sebagai berikut (Tabel 6).

**Tabel 6. Risk Quotion (RQ) Konsentrasi Particulate Matter (PM<sub>2,5</sub>)**

Lokasi	Risk Quotion PM <sub>2,5</sub> 5 tahun		Risk Quotion PM <sub>2,5</sub> 30 tahun	
	Min	Max	Min	Max
Sampling Udara 1	0,0282	0,1892	0,0518	0,2194
Sampling Udara 2	0,0296	0,1931	0,0596	0,2236
Sampling Udara 3	0,0321	0,2125	0,0629	0,2297
Sampling Udara 4	0,0291	0,1905	0,0554	0,2205
Sampling Udara 5	0,0337	0,2262	0,0607	0,2283
Sampling Udara 6	0,0356	0,2371	0,0688	0,2336
Sampling Udara 7	0,0371	0,2413	0,0711	0,2341

Sumber: *Data Primer, 2021*

## PEMBAHASAN

Hasil pengukuran konsentrasi PM<sub>2,5</sub> menunjukkan data dengan distribusi normal dengan nilai *mean* sebagai nilai konsentrasi PM<sub>2,5</sub> nya. Nilai *mean* konsentrasi PM<sub>2,5</sub> sebesar 0,0022 mg/m<sup>3</sup> dan nilai minimum 0,00206 mg/m<sup>3</sup> dan maksimum 0,00246 mg/m<sup>3</sup>. Terdapat nilai konsentrasi yang melwati batas baku mutu sesuai ketentuan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Th. 1999 yaitu sebesar 65 µg/Nm<sup>3</sup> (0,65 mg/m<sup>3</sup>).<sup>5</sup>

Fluktuasi konsentrasi PM<sub>2,5</sub> pada titik sampling dapat dipengaruhi oleh waktu sampling pada siang hari karena pada siang hari suhu pada permukaan bumi lebih cepat panas dibandingkan beberapa ratus meter di atasnya. Polutan akan terbawa ke permukaan yang memiliki suhu tinggi dan tekanan lebih rendah ketika ada perbedaan tekanan dan suhu. Hal ini akan terus berlanjut

hingga beberapa ribu meter sampai polutan terdispersi dengan merata, sehingga terlihat naik turun konsentrasi di sepanjang kawasan sumber pencemar.<sup>6</sup>

Nilai *mean* berat badan adalah 57 kg berdasarkan penimbangan langsung setiap sampel. Data ini diperoleh setelah dilakukan pengujian normalitas yang menghasilkan data berdistribusi normal sehingga digunakan nilai *mean* sebagai tolak ukur. Penelitian terdahulu menunjukkan, berat badan masyarakat usia dewasa di TPA Sampah Cipayung yaitu memiliki berat badan rata-rata sebesar 57,45 kg.<sup>8</sup> Penelitian serupa, menunjukkan berat badan pada penelitian ini tidak jauh berbeda dengan penelitian-penelitian tersebut.<sup>7</sup>

Hasil penelitian terkait lama pajanan yang menunjukkan data yang berdistribusi normal sehingga yang menjadi acuan adalah nilai *mean*. Nilai *mean* waktu pajanan harian adalah 14 jam/hari yang didapatkan dari hasil wawancara langsung kepada responden.

Perbandingan dengan waktu pajanan pada dua penelitian sebelumnya,<sup>6,9</sup> memiliki nilai median waktu pajanan 24 jam/hari. Hal ini disebabkan karena masing-masing wilayah<sup>6</sup>, memiliki karakteristik yang sama yaitu sumber pencemar udara yang statis (daerah industri) dan masyarakat usia dewasa merupakan kategori dominan.

Identifikasi terkait karakteristik, pekerjaan dan kegiatan penduduk menyebabkan adanya mobilisasi. Sehingga sebagian besar waktu penduduk berada di sekitar kawasan pertambangan nikel. Waktu pajanan selama 20 jam/hari

merupakan waktu pajanan maksimal dalam satuan jam/hari, sehingga jika terpapar dalam waktu maksimal maka akan semakin besar pula peluang responden memiliki besar risiko yang tidak aman, seperti penelitian<sup>10</sup>, yang menunjukkan semakin lama seseorang terpapar amonia semakin besar risiko kesehatan yang dapat diterima. Hal tersebut berlaku untuk kesemua zat pencemar udara lainnya yang termasuk didalamnya PM<sub>2,5</sub>.

Frekuensi paparan adalah jumlah hari paparan PM<sub>2,5</sub> yang diterima responden dalam satu tahun dikurangi responden meninggalkan lokasi penelitian dalam hari. Median (median) frekuensi paparan adalah 192 hari/tahun. Hal ini dikarenakan sebagian besar responden dalam penelitian ini tidak meninggalkan lokasi penelitian selama 1 hari penuh dan juga banyak responden yang merupakan penduduk asli dari lokasi penelitian sehingga pada saat hari besar keagamaan atau libur panjang responden tidak meninggalkan lokasi penelitian selama 1 hari penuh. karena keluarga besar mereka juga tinggal di daerah yang dekat dengan lokasi.

Pajanan maksimal selama 365 hari/tahun merupakan frekuensi pajanan yang diterima responden pada hasil studi ini sehingga menimbulkan risiko masalah kesehatan bagi penduduk karena terus menerus terpapar udara yang mengandung PM<sub>2,5</sub>, seperti penelitian sebelumnya,<sup>11</sup> yang menunjukkan semakin besar frekuensi paparan seseorang dalam satu tahun zat berbahaya di udara ambien, maka semakin besar pula risiko kesehatan yang diterima oleh responden tersebut. orang. Nilai *intake*/asupan menunjukkan dosis sebenarnya yang diterima oleh

agen risiko setiap hari per kilogram berat badan. Perhitungan intake menggunakan durasi eksposur *realtime* (perhitungan berdasarkan durasi eksposur sebenarnya). Jumlah asupan berbanding lurus dengan konsentrasi bahan kimia, laju asupan, frekuensi paparan, waktu paparan dan durasi paparan. Sedangkan asupan berbanding terbalik dengan nilai berat badan dan rata-rata jangka waktu, yaitu semakin besar berat badan, semakin kecil risiko kesehatannya.

Secara umum asupan/asupan PM<sub>2,5</sub> adalah 0,093 mg/kg/hari (5 tahun) dan 3,59 mg/kg/hari (30 tahun). Penelitian menunjukkan<sup>6</sup>, analisis risiko PM<sub>2,5</sub> pada paparan udara ambien siang hari kepada masyarakat di kawasan industri diperoleh asupan 0,011 sampai 0,014 mg/kg/hari.

Semakin besar nilai asupan pajanan PM<sub>2,5</sub> maka meningkat pula risiko tidak aman terhadap pajanan PM<sub>2,5</sub> tersebut, namun hal ini juga sangat bergantung pada nilai referensi (RfC) polutan seperti hasil studi dengan nilai PM<sub>2,5</sub> adalah 0,01 mg/m<sup>3</sup>. Manusia masih aman dalam menghirup udara ambien yang terkontaminasi PM<sub>2,5</sub> yang ada di sekitar pertambangan nikel PT. CNI, Jika nilai asupan pajanan PM<sub>2,5</sub> masih dibawah nilai referensi. Begitupun sebaliknya jika nilai asupan pajanan PM<sub>2,5</sub> lebih tinggi atau sama dengan nilai referensi maka responden tidak aman dalam menghirup udara ambien yang mengandung PM<sub>2,5</sub>.

Jika *intake* dari *risk agent* terjadi maka pengaruh dari *risk agent* pun akan berpengaruh. Untuk partikel yang berhubungan erat dengan PM<sub>2,5</sub> berasal dari kegiatan pertambangan nikel (kegiatan bongkar muat, lalu lintas kendaraan proyek serta pembangunan fasilitas penunjang

lainnya) yang satu sama lain saling bereaksi secara sinergis dalam memberikan dampak terhadap kesehatan manusia. Penelitian menyatakan bahwa keluhan pernapasan disebabkan oleh adanya gangguan pada saluran pernapasan akibat selalu terpajan dengan polutan di udara seperti  $PM_{2.5}$ .<sup>12</sup> Semakin lama individu terpapar polutan udara maka kemungkinan adanya keluhan pernafasan semakin besar.

Penghijauan dan pengembangan ruang terbuka hijau serta penanaman pohon di sekitar kawasan industri dan pemukiman dapat digunakan untuk pengendalian polutan di udara. Pohon secara alami dapat menyerap polutan yang ada di udara dan lebih efektif pada pohon-pohon berdaun lebar.<sup>13</sup> Selain itu, setiap satu hektar ruang terbuka hijau dapat menghasilkan 0,6ton oksigen per harinya. Ini dapat mengurangi pekatnya konsentrasi polutan yang terlarut di udara.<sup>13</sup> Peraturan pemerintah juga perlu diperketat untuk menerapkan lokasi pemukiman pada area aman dari pusat pabrik dengan jarak batas 2 km antara pemukiman dan pusat industri.

## **KESIMPULAN DAN SARAN**

Hasil penelitian menunjukkan pengukuran  $PM_{2.5}$  melebihi batas mutu yang disesuaikan dengan aturan pemerintah dengan nilai intake/asupan  $PM_{2.5}$  masyarakat yang berdomisili di sekitar wilayah PT. Ceria Nugraha Indotama sebesar adalah 0,093 mg/kg/hari (5 tahun) dan 3,59 mg/kg/hari (30 tahun). Oleh karena itu, pengukuran konsentrasi  $PM_{2.5}$  secara rutin di pemukiman masyarakat sekitar PT. Ceria Nugraha Indotama diperlukan untuk menjaga kualitas udara

pada masyarakat yang terpajan  $PM_{2.5}$  dapat terpantau dan tertangani secara profesional. Sementara untuk pemerintah dan instansi terkait, agar selalu memperhatikan batas baku mutu dari pencemaran udara  $PM_{2.5}$ , dan apabila cemaran udara tersebut melebihi batas baku dapat menjadi tolak ukur dalam pembentukan regulasi serta bagi pemerintah dapat menjadi rujukan dalam mengawasi segala aktivitas yang memungkinkan terjadinya pencemaran.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Pada kesempatan ini Penulis menghaturkan rasa terima kasih kepada dosen maupun staf Prodi S1 Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu-Ilmu Kesehatan Universitas Mandala Waluya, dan semua pihak yang telah berkontribusi dalam kelancaran penelitian ini.

## **DAFTAR PUSTAKA**

1. Sastrawijaya, AT. Pencemaran Lingkungan. Jakarta: Rineka Cipta Khalifa; 2009.
2. World Bank Group. Airborne Particulate Matter; 1998: 201-7.
3. Sandra, C. Pengaruh Penurunan Kualitas Udara terhadap Fungsi Paru dan Keluhan Pernafasan pada Polisi Lalu Lintas Polwiltabes Surabaya. *Jurnal IKESMA*. 2013; 9(1):1-8.
4. Abulude. Particulate Matter: An Approach to Air Pollution. *Int J Environ Res Public Health*. 2016; 07-14.
5. Pemerintah Republik Indonesia Sekretaris Kabinet Republik Indonesia. Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran

- Udara. Jakarta; 1999.
6. Novirsa, R., & Achmadi, UF. Analisis Risiko Pajanan PM<sub>2,5</sub> di Udara Ambien Siang Hari terhadap Masyarakat di Kawasan Industri Semen. *Kesmas: National Public Health Journal*. 2012;7(4):173-179.
  7. Entwistle, JA, Andrew S., Hursthouse., Paula, A., Reis, M., Alex, G., and Stewar. Metalliferous Mine Dust: Human Health Impacts and the Potential Determinants of Disease in Mining Communities. *Human Health Effects of Environmental Pollution. Current Pollution Reports*. 2019;5:67-83.
  8. Gunawan., Priyanto, R dan Salundik. Analisis Lingkungan Sekitar Tambang Nikel Terhadap Kualitas Ternak Sapi Pedaging di Kabupaten Halmahera Timur. *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*. 2015;3(1):59-64.
  9. Ma'rufi R, & Rosita L. Hubungan Dislipidemia dan Kejadian Penyakit Jantung Koroner. *JKKI*, 2014. 6(1), 47-53.
  10. Ramadhona, M. Analisis Risiko Kesehatan Pajanan Amonia pada Karyawan di Area Produksi Amonia PT. PUSRI. Universitas Sriwijaya; 2014.
  11. Wardani TK. Perbedaan Tingkat Risiko Kesehatan oleh Pajanan PM<sub>10</sub>, SO<sub>2</sub>, dan NO<sub>2</sub> pada Hari Kerja, Hari Libur dan Hari Bebas Kendaraan Bermotor di Bundaran HI Jakarta. Universitas Indonesia; 2012.
  12. Alsagaff H, dan Mukty H.A. Dasar-dasar Ilmu Penyakit Paru. Surabaya: Airlangga University Press. 2010.
  13. Parlupi B. Ruang terbuka hijau sebagai pengendali polusi udara. In: Muhammad A dan Nurbianto, editors. Jakarta Kota Polusi Menggugat Hak Atas Udara Bersih. Jakarta: Lembaga Penelitian, Pendidikan, dan Penerangan Ekonomi dan Sosial Indonesia; 2008.