

Tingkat Risiko Kesehatan Paparan PM 2.5 Pada Masyarakat Di Sekitar Jalan Raya Daan Mogot Jakarta Barat Tahun 2023

Budi Hartono*, Laila Fitria, Sultan Alvin Faiz B.M

Department of Environmental Health, Faculty of Public Health Universitas Indonesia, Kampus Baru UI Depok.
Kec Beji Depok Jawa Barat 16424, Indonesia

*Corresponding author: budi_h@ui.ac.id

Info Artikel: Diterima 12 Februari 2025; Direvisi 15 April 2025; Disetujui 21 April 2025

Tersedia online: 19 Mei 2025; Diterbitkan secara teratur: Juni 2025



Cara sitasi: Hartono B, Fitria L, B.M SAF. Tingkat Risiko Kesehatan Paparan PM 2.5 Pada Masyarakat Di Sekitar Jalan Raya Daan Mogot Jakarta Barat Tahun 2023. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2025 Jun;24(2):176-184. <https://doi.org/10.14710/jkli.71052>.

ABSTRAK

Latar belakang: Berdasarkan data yang dikeluarkan IQAir, dinyatakan bahwa udara wilayah sekitar Transjakarta Depo Pesing Jakarta Barat merupakan daerah paling tinggi tingkat polusinya di Provinsi DKI Jakarta per Juli 2023 dengan indeks kualitas udara mencapai angka 348 (berbahaya) dengan konsentrasi PM_{2.5} berada pada angka 298 µg/m³. Sehubungan dengan kondisi tersebut penelitian ini bertujuan untuk memberikan gambaran terkait besaran konsentrasi serta tingkat risiko akibat paparan PM_{2.5} yang kemudian dapat dihubungkan dengan keluhan kesehatan khususnya gangguan saluran pernapasan pada masyarakat di sekitar daerah penelitian.

Metode: Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian dilakukan pada masyarakat sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat yang dilaksanakan pada bulan Maret-April tahun 2024. Pengolahan dan analisis data dilakukan mengikuti tahapan ARKL yang meliputi penghitungan nilai intake, karakterisasi risiko dan pengelolaan risiko.

Hasil: Pengukuran konsentrasi PM_{2.5} pada 4 titik lokasi diperoleh nilai rata-rata terendah 22,75 µg/m³ dan tertinggi 72,71 µg/m³. Perhitungan pada tingkat risiko paparan diperoleh bahwa paparan PM_{2.5} pada sebagian besar titik sampling belum memiliki risiko kesehatan masyarakat kecuali pada titik 4 yaitu RQ sebesar 1,74

Simpanan: Konsentrasi PM_{2.5} di lokasi penelitian dari 4 titik pengukuran terdapat 3 titik yang nilainya melebihi baku mutu dan penghitungan RQ realtime dan RQ lifetime tertinggi berada pada titik 4 yaitu 1,74 dan 2,61.

Kata kunci: Analisis; Risiko; Udara; PM_{2.5}

ABSTRACT

Title: Health Risk Level of PM 2.5 Exposure in Communities Around Daan Mogot Highway, West Jakarta in 2023.

Background: Based on data released by IQAir, it is stated that the air around the Transjakarta Depo Pesing West Jakarta is the area with the highest level of pollution in DKI Jakarta Province as of July 2023 with an air quality index reaching 348 (hazardous) with a PM_{2.5} concentration of 298 µg/m³. In connection with these conditions, this study aims to provide an overview of the concentration and level of risk due to exposure to PM_{2.5} which can then be linked to health complaints, especially respiratory tract disorders in the community around the research area.

Method: This study uses the Environmental Health Risk Analysis (ARKL) method. The study was conducted in the community around Jalan Raya Daan Mogot-Pesing, West Jakarta City, which was carried out in March-April

2024. Data processing and analysis were carried out following the ARKL stages which include calculating intake values, risk characterization and risk management.

Result: Measurement of PM_{2.5} concentration at 4 location points obtained the lowest average value of 22.75 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ and the highest 72.71 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Calculations at the level of exposure risk obtained that the risk of PM_{2.5} exposure at most sampling points did not yet have a risk to public health except at point 4, namely RQ of 1.74

Conclusion: The concentration of PM_{2.5} at the research location from 4 measurement points, there were 3 points whose values exceeded the quality standards and the highest real-time RQ and lifetime RQ calculations were at point 4, namely 1.74 and 2.61.

Keywords: Analysis; Risk; Air; PM_{2.5}

PENDAHULUAN

Pencemaran udara di wilayah perkotaan saat ini merupakan permasalahan yang sangat penting dan membutuhkan perhatian khusus dari pemerintah¹. Sektor transportasi berdasarkan jumlah kendaraan di Indonesia terus mengalami peningkatan tiap tahunnya, dimana pada tahun 2021 jumlah kendaraan mencapai 143.797.227 unit dengan provinsi DKI Jakarta menempati urutan kedua sebagai provinsi dengan jumlah kendaraan bermotor terbanyak dengan 21.034.054 unit kendaraan. Jumlah kendaraan ini mengalami peningkatan dibanding tahun-tahun sebelumnya, seperti pada tahun 2020 jumlah kendaraan bermotor yang ada di Indonesia sebesar 136.137.451 unit dengan Provinsi DKI Jakarta tetap berada pada posisi kedua dengan 20.221.821 unit kendaraan². Tingginya arus lalu lintas perkotaan memiliki dampak yang sangat signifikan dalam menghasilkan emisi gas berbentuk hidrokarbon meskipun penyebarannya juga bergantung pada beberapa kondisi seperti; meteorologi, aerografi, serta topografi daerah perkotaan itu sendiri³. Emisi yang dikeluarkan dari kendaraan bermotor diantaranya adalah partikulat (PM_{2.5}), karbon dioksida (CO₂), nitrogen oksida (NO_x), nitrogen dioksida (NO₂), kemudian hidrokarbon⁴.

Fine Particulate Matter (PM_{2.5}) adalah polutan udara yang harus menjadi perhatian bagi kesehatan masyarakat karena kadarnya tinggi di udara, dimana tingkatnya apabila berada di luar ruangan akan meningkat pada hari-hari dengan sedikit atau tanpa angin serta pencampuran udara⁵. PM_{2.5} memiliki kemampuan untuk masuk ke dalam saluran pernapasan seperti paru-paru dimana paparan partikel halus ini dapat menyebabkan efek jangka pendek seperti iritasi (pada mata, hidung, dan tenggorokan), batuk-batuk, bersin, pilek, dan sesak napas⁶. Sedangkan pada efek jangka panjang paparan polutan ini dapat meningkatkan tingkat bronchitis kronis, penurunan fungsi paru-paru, dan peningkatan kematian akibat kanker paru-paru dan penyakit jantung. Anak-anak dan lansia merupakan kelompok yang paling sensitif terhadap paparan PM_{2.5}⁷.

Pencemaran udara beberapa dekade terakhir telah menyebabkan berbagai masalah pada hampir seluruh negara di berbagai belahan dunia. Berdasarkan data WHO, disebutkan bahwa pada tahun 2021 sekitar 91% sampai dengan 99% populasi penduduk di dunia

bertempat tinggal di wilayah yang kualitas udaranya melebihi pedoman yang telah direkomendasikan⁸. WHO menyebutkan bahwa efek gabungan dari polusi udara ambien (luar ruangan) dan udara dalam ruangan menyebabkan kejadian berkisar 7 juta kematian secara mendadak tiap tahun, dimana kebanyakan karena efek dari naiknya kematian karena penyakit stroke, IHD, kanker paru-paru, COPD, serta Infeksi Saluran Pernapasan Akut⁹. Pencemaran udara bertanggung jawab atas kematian sekitar 3,2 juta jiwa pertahun pada tahun 2020, dimana lebih dari 237.000 kematian anak-anak di bawah usia 5 tahun¹⁰. Pencemaran udara juga telah menjadi penyebab utama kejadian kematian dini dengan perkiraan total kematian sebesar 6,6 juta jiwa di seluruh dunia pada tahun 2019¹¹.

Berdasarkan data World Air Quality Report tahun 2021, provinsi DKI Jakarta merupakan kota dengan kualitas udara terburuk untuk dijadikan tempat tinggal karena dapat mengancam kesehatan penduduknya dengan peringkat ke dua belas di dunia, ke lima berdasarkan wilayah Asia Tenggara, dan pertama di Indonesia dibandingkan provinsi-provinsi lainnya¹². Data ini dibuat berdasarkan pengukuran konsentrasi rata-rata Particulate Matter 2.5 (PM_{2.5}) dimana konsentrasi rata-rata PM_{2.5} Provinsi Jakarta adalah 39,2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Berdasarkan data yang dikeluarkan oleh Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta, Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) DKI Jakarta selama tahun 2021 selalu berada dalam kategori sedang hingga tidak sehat dengan rerata ISPU sebesar 92,43738 dengan angka tertinggi mencapai 129,5484 pada bulan Juli¹³.

Berdasarkan penelitian sebelumnya terhadap pajanan PM_{2.5} yang dilakukan pada masyarakat yang berada di sekitar jalan-jalan strategis di wilayah Kota Jakarta Selatan dengan 5 lokasi sampling, didapatkan data bahwa terdapat nilai karakterisasi risiko (RQ) maksimal sebesar 2,377 (RQ > 1), sehingga menunjukkan bahwa tingkat risiko (RQ) pajanan debu PM_{2.5} pada warga yang tinggal disekitar daerah tersebut sudah tidak aman pada konsentrasi pajanan PM_{2.5} secara maksimum sebesar 58 mg/m^3 , jika dibandingkan batas aman yang dapat diterima oleh konsentrasi PM_{2.5} berkisar 12,00 mg/m^3 ¹⁴.

Jalan Raya Daan Mogot-Pesing (Lokasi Transjakarta Depo Pesing) adalah satu dari sekian banyak jalan yang ada di Kota Jakarta yang sangat padat akan lalu lintas baik pada transportasi umum,

kendaraan perorangan, maupun kendaraan yang dapat mengangkut banyak barang. Jalan ini juga kerap menjadi jalan yang sangat sibuk aktivitas karena dapat menghubungkan Kota Jakarta Barat dengan Tangerang dengan panjang jalan sejauh 27,5 km¹⁵. Jalan Raya Daan Mogot-Pesing (depan Transjakarta Depo Pesing) merupakan salah satu jalan yang kondisinya padat dan sangat berperan menghubungkan Kota Jakarta dengan Kota Tangerang. Tingginya volume kendaraan dari berbagai jenis ditambah dengan kurangnya vegetasi/tanaman disepanjang jalan tersebut menyebabkan masyarakat yang tinggal disekitarnya sangat rentan terpajan PM2.5 yang memiliki efek negatif bagi kesehatan masyarakat¹⁶. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung risiko dari pajanan PM2.5 pada masyarakat yang tinggal disekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing) dengan menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL).

MATERI DAN METODE

Jenis penelitian ini bersifat deskriptif analitik dengan desain studi cross sectional. Penelitian ini menggunakan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Penelitian ARKL memiliki tujuan dalam memprediksi risiko yang didapatkan oleh masyarakat karena pajanan agen pencemar pada lingkungan. ARKL dalam penelitian ini bertujuan untuk melakukan pengukuran pada konsentrasi PM2.5, karakteristik masyarakat (usia, jenis kelamin, berat badan), dan pola aktivitas (waktu pajanan, frekuensi pajanan, durasi pajanan). Keseluruhan data dikumpulkan dengan menggunakan langkah-langkah dalam ARKL, yaitu¹⁷: 1) Identifikasi Bahaya, identifikasi bahaya dilakukan dengan mengumpulkan data terkait sumber, media lingkungan, dan konsentrasi agen risiko. Pada penelitian ini, agen risiko berupa PM2.5 yang masuk ke dalam tubuh manusia dari udara ambien melalui jalur inhalasi; 2) Analisis Dosis-Respon, analisis dosis respon dilaksanakan melalui menggunakan studi literatur bagi PM2.5, disebabkan dosis respon karena penurunan rumus IRIS-US EPA masih belum tersedianya nilai RfC dari partikulat tersebut¹⁸; 3) Analisis Pemajanan, analisis pemajanan dilaksanakan melalui proses penghitungan total asupan yang terhirup per harinya dengan tetap memperhitungkan konsentrasi PM2.5 di tempat tinggal masyarakat, lama pajanan, frekuensi pajanan, serta durasi pajanan; 4) Karakteristik Risiko, karakterisasi risiko merupakan prakiraan risiko dengan cara membandingkan nilai asupan (intake) yang diperoleh dengan nilai dosis referensi (RfC). Tingkat risiko biasa dinyatakan dengan Risk Quotient (RQ). Apabila dalam perhitungan didapat nilai RQ ($RQ \leq 1$) atau lebih kecil, maka kecil juga probabilitas risiko terhadap kesehatan terjadi. Sedangkan, jika semakin besar nilai RQ yang didapat ($RQ > 1$) maka semakin besar pula terjadinya gangguan kesehatan di masyarakat¹⁹.

Lokasi dan Waktu Penelitian. Penelitian ini dilakukan di tempat tinggal masyarakat sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing) yang dilaksanakan pada bulan Maret-April tahun 2023.

Populasi pada penelitian ini yaitu masyarakat yang berisiko terpajan PM2.5 yaitu masyarakat yang bertempat tinggal disekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing). Jumlah populasi yang berisiko terpajan PM2.5 dalam penelitian ini sebanyak 41.040 penduduk.

Sampel pada penelitian ini terbagi atas sampel udara dan sampel subyek dengan kriteria sampel subyek sebagai berikut :

- a) Kriteria inklusi
 1. Berusia diantara 18 tahun – 72 tahun
 2. Bertempat tinggal di sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing) minimal 1 tahun.
 3. Penduduk yang berada di lokasi pada saat penelitian dilakukan.
 4. Penduduk yang dapat melakukan komunikasi dengan baik.
- b) Kriteria eksklusi : Penduduk yang tidak berada di lokasi pada saat penelitian dilakukan

Sampel udara. Pengambilan sampel udara dilakukan untuk mengetahui konsentrasi PM2.5 di sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing). Lokasi sampling akan dilakukan pada 4 titik yang tersebar di sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing) yaitu: 1) Perumahan sekitar Masjid Raya Uswatun Hasanah; 2) Perumahan sekitar Masjid Jami Al-Khoir; 3) Perumahan sekitar Masjid At-Taqwa; 4) Perumahan BNI 46. Penentuan titik sampel dilakukan pada daerah dengan jumlah penduduk terbanyak khususnya pada daerah perumahan yang berada disekitar daerah Jalan Raya Daan Mogot Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing)²⁰. Berdasarkan pembagian keempat titik pengukuran, Radius terjauh antara titik pengukuran dengan jalan raya Daan Mogot-Pesing adalah perumahan BNI 46 dengan kisaran 850 meter, sedangkan radius terdekat antara titik pengukuran dengan Jalan Raya Daan Mogot-Pesing adalah Perumahan sekitar Mesjid Jami Al-Khoir dengan kisaran 150 meter.

Sampel subyek pada penelitian ini adalah masyarakat dewasa yang berusia 18-72 tahun dan bertempat tinggal di sekitar Jalan Raya Daan Mogot Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing) minimal 1 tahun. Kriteria usia 18 tahun – 72 tahun berdasarkan tujuan untuk keseragaman antropometri. Besar sampel dari total populasi yang ditetapkan berdasarkan rumus proporsi binomunal (Lemeshow,1991). Rumus ini digunakan atas dasar jumlah populasi (N) diketahui dengan persamaan sebagai berikut²¹:

$$n = \frac{Z^2 \cdot 1 - \frac{a}{2} \times P(1 - P)N}{d^2(N - 1) + Z^2 \cdot 1 - \frac{a}{2} \times P(1 - P)}$$

Mengacu pada perhitungan sampel dengan memanfaatkan rumus Lemeshow, didapatkan sampel sebesar 96 penduduk. Selanjutnya, jumlah sampel ditambahkan 10% agar dapat meminimalisir ketidaklengkapan data, sehingga jumlah sampel yang diperlukan dalam penelitian ini sebanyak 106 orang. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini akan dilaksanakan melalui teknik purposive sampling. Jumlah sampel akan dibagi secara merata sesuai dengan 4 area merujuk pada jarak terdekat dengan titik pengambilan sampel udara. Selain itu, responden akan diberikan kode yang sesuai dengan titik pengukuran terdekat agar dapat dibedakan satu dengan yang lain.

Teknik pengumpulan data primer didapatkan dengan melakukan pengukuran konsentrasi PM2.5 secara langsung di Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing). Data primer juga didapatkan melalui teknik wawancara secara langsung dengan menggunakan kuesioner untuk mengetahui bagaimana pola aktivitas responden dan melakukan pengukuran langsung pada responden untuk memperoleh data antropometri. Sebelum dilakukan wawancara, peneliti terlebih dahulu akan meminta consent responden sebagai subyek penelitian. Kemudian, data-data yang didapatkan seluruhnya akan dimanfaatkan untuk perhitungan intake PM2.5 yang terhirup oleh masyarakat melalui rute inhalasi.

Pengukuran Sampel udara akan diukur menggunakan alat *Dustrack DRX Aerosol Monitor Model 8533* untuk mengetahui berapa konsentrasi agen risiko PM2.5 pada udara ambien²², yang akan diawali dengan menentukan lokasi sampling untuk mengukur konsentrasi PM2.5 di lokasi sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat (depan Transjakarta Depo Pesing). Konsentrasi PM2.5 dari hasil pengukuran akan otomatis ditampilkan pada layar alat tersebut (*direct reading*)²³. Pengukuran konsentrasi PM2.5 akan dilaksanakan dalam waktu 60 menit pada tiap titik sesuai dengan rekomendasi EPA yaitu selama 15-60 menit²⁴. Pengukuran akan dilaksanakan pada waktu menjelang siang hari terutama pada waktu-waktu sibuk antara pukul 10.30-11.30 WIB selama 4 hari, dimana jumlah kendaraan bermotor dalam keadaan padat, suhu mengalami kenaikan, dan terjadi penurunan tingkat kelembapan.

Pengumpulan data responden dilakukan dengan membagi rata besar sampel yang diperoleh berdasarkan perhitungan rumus yang digunakan yaitu 96 orang untuk 4 titik lokasi tempat tinggal penduduk, sehingga setiap titik lokasi diperoleh besar sampel sebanyak 24 orang yang pemilihannya dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*, untuk selanjutnya sampel yang terpilih akan diwawancara menggunakan kuesioner.

Analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis univariat dan estimasi risiko menggunakan

metode analisis risiko kesehatan lingkungan. Analisis univariat dibutuhkan untuk mengetahui gambaran karakteristik responden dengan mencari hasil distribusi frekuensi, nilai minimum, nilai maksimum, dan nilai rerata dari konsentrasi PM2.5, pola aktivitas (waktu pajanan, frekuensi pajanan, serta durasi pajanan), karakteristik antropometri (berat badan, laju intake), intake realtime, intake lifetime, dan tingkat risiko dimana akan disajikan dalam bentuk tabel serta analisis yang akan ditunjukkan berupa jumlah dan persentasi.

Estimasi risiko dalam penelitian ini dimulai dengan melakukan perhitungan nilai intake atau asupan PM2.5 pada tiap orang per kilogram berat badan setiap hari. asupan kemudian dilakukan perhitungan dengan menggunakan rumus perhitungan analisis risiko memanfaatkan nilai dari konsentrasi pajanan PM2.5 yang telah diukur, nilai-nilai antropometri, serta pola aktivitas seseorang. Perhitungan didapat dengan menggunakan persamaan sebagai berikut²⁵:

$$Intake (I) = \frac{C \times R \times tE \times fE \times Dt}{Wb \times tavg}$$

I = asupan (mg/kg/hari)
C = konsentrasi agen risiko (mg/Nm³)
R = laju asupan konsentrasi (0,83m³/jam pada laju pernapasan)
tE = waktu pajanan (jam/hari)
fE = frekuensi pajanan (hari/tahun)
Dt = durasi pajanan (tahun)
Tavg = periode rerata setiap hari (30 tahun x 365 hari/tahun pada zat nonkarsinogenik)²⁶

Setelah mendapatkan nilai intake PM2.5 langkah selanjutnya adalah menghitung tingkat risiko. Tahapan ini disebut juga proses kuantifikasi risiko yaitu dilakukannya perhitungan tingkat risiko / Risk Quotient (RQ) dengan menggunakan persamaan berikut:

$$RQ = \frac{I}{RfC}$$

RQ = tingkat risiko
I = intake yang merupakan hasil menghitung penilaian pajanan (mg/kg/hari)
RfC = dosis atau konsentrasi patofisiologi²⁷
Apabila diperoleh nilai RQ>1 berarti pajanan PM2.5 berada diatas normal (berbahaya), hal ini menunjukkan bahwa pajanan PM2.5 memiliki risiko atau berada pada tingkat risiko yang tidak aman sehingga memerlukan suatu pengendalian. Namun, apabila nilai RQ ≤ 1 memperlihatkan PM2.5 berada di batas aman atau belum berisiko²⁸.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Responden

Merujuk pada hasil yang ditunjukkan pada Tabel 1. di bawah ini diketahui bahwa usia responden

terbanyak berada pada rentang usia 41- 50 tahun yaitu 32%, dengan jenis kelamin perempuan sebanyak 83%, rata rata tingkat pendidikan adalah SMA (40%) dan umumnya tidak bekerja (78%). Kondisi responden dalam penelitian ini sangatlah cocok mewakili kelompok terpajan yang akan dihitung tingkat risikonya, karena ternyata hampir sebagian besar adalah ibu rumah tangga yang tidak bekerja sehingga keberadaan di dalam rumah lebih lama dibanding dengan anggota keluarga yang lain.

Tabel 1 Karakteristik Responden

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Umur		
≤ 20 Tahun	1	1,0
21- 30 Tahun	13	13,5
31-40 Tahun	20	20,8
41-50 Tahun	31	32,3
51-60 Tahun	20	20,8
61-70 Tahun	8	8,3
≥ 71 tahun	3	3,1
Jumlah	96	100,0
Jenis Kelamin		
Laki-Laki	16	16,7
Perempuan	80	83,3
Jumlah	96	100,0
Pendidikan		
Tidak Pernah Sekolah	2	2,1
Tidak Tamat SD	4	4,2
SD	20	20,8
SLTP/SMP	27	28,1
SLTA/SMA	40	41,7
D3/S1/S2/S3 (PT)	3	3,1
Jumlah	96	100,0
Pekerjaan		
Tidak Bekerja	78	81,2
Bekerja	18	18,8
Jumlah	96	100,0
Riwayat Penyakit		
Memiliki Riwayat Penyakit	19	19,8
Tidak Memiliki Riwayat Penyakit	77	80,2
Jumlah	96	100,0

Konsentrasi PM2.5 pada Udara Ambien

Konsentrasi PM2.5 yang terukur dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2 di bawah ini, berdasarkan hasil pengukuran konsentrasi PM2.5 terbagi atas 2 bagian yaitu pengukuran konsentrasi selama 60 menit dan yang telah dikonversikan kedalam 24 jam. Berdasarkan tabel diperoleh hasil pengukuran konsentrasi PM2.5 dengan konsentrasi tertinggi PM2.5 terjadi pada titik 4 yaitu pengukuran sekitar Perumahan BNI 46 dimana seluruh pajanan untuk konversi 24 jam baik pada nilai maksimum, minimum, maupun rata-rata secara keseluruhan telah melebihi batas baku mutu kualitas udara ambient yang ditetapkan dalam PP No. 22 tahun 2021 (pada satuan $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Konsentrasi PM2.5 terendah hasil pengukuran untuk konversi 24 jam terjadi pada titik 1 yaitu Perumahan sekitar Masjid Uswatun Hasanah dimana baik pada nilai maksimum, minimum, maupun rata-rata secara keseluruhan belum ada yang melebihi batas baku mutu. Berdasarkan penghitungan rata-rata hasil pengukuran pada keempat lokasi sampling untuk konversi 24 jam pada nilai konsentrasi maksimum telah melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan sedangkan pada nilai rerata dan minimum masih belum melewati batas baku mutu yang telah ditetapkan.

Karakteristik Antropometri

karakteristik antropometri seperti terlihat pada Tabel 3 di bawah ini diketahui bahwa rerata usia dari responden yaitu 44,5 tahun, dengan usia responden paling tua yaitu 72 tahun, dan responden paling muda yaitu 18 tahun. Berat badan rerata responden berdasarkan hasil wawancara yaitu 60,1 kg, dengan berat badan responden paling berat yaitu 91 kg, serta berat badan responden paling rendah yaitu 38 kg. Merujuk pada hasil uji normalitas dengan menggunakan Kolmogorov-smirnov atau skewness test, karakteristik umur terdistribusi normal sedangkan berat badan terdistribusi tidak normal. Nilai yang akan dimasukkan kedalam rumus intake untuk analisis pada variabel umur adalah mean sedangkan berat badan akan menggunakan median.

Tabel.2 Konsentrasi PM2.5 di Jalan Raya Daan Mogot Pesing Kota Jakarta Barat

Hasil Pengukuran ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)									
No	Titik	Waktu	60 Menit			24 Jam			NAB ($55\mu\text{g}/\text{m}^3$)
			Min.	Maks.	Rata-Rata	Min.	Maks.	Rata-Rata	
1	1	10.30-11.30	34	78	41	18,87	43,29	22,745	Tidak melebihi
2	2	10.30-11.30	90	133	103	50,3	73,815	57,165	Melebihi
3	3	10.30-11.30	60	103	73	33,3	57,165	40,515	Melebihi
4	4	10.30-11.30	102	280	131	56,61	155,4	72,705	Melebihi
Konsentrasi Rata-Rata			71.5	148.5	87	39.77	83.6675	48.2825	Melebihi

Tabel 3. Karakteristik Antropometri

No	Elemen	Mean	Median	Modus	Min	Max	Std. Deviasi	Distribusi Data
1.	Umur	44,5	43	42	18	72	12,498	Normal
2.	Berat Badan (Wb)	60,1	59,5	60	38	91	11,403	Tidak Normal
3.	Lama Pajanan (t_E)	22,2	24	24	10	24	3,279	Tidak Normal
4.	Frekuensi Pajanan (f_E)	346,17	350	350	240	350	17,131	Tidak Normal
5.	Durasi Pajanan (Dt)	23,52	20	30	2	72	15,832	Tidak Normal

Analisis Dosis Respon

Analisis dosis respon merupakan tahap selanjutnya yang dilakukan dalam mencari serta menentukan nilai RfC dari PM2.5 yang menjadi tujuan ARKL. RfC adalah nilai yang menjadi rujukan untuk batas aman bagi efek nonkarsinogenik pada agen risiko PM2.5. Dosis referensi (RfC) PM2.5 hingga saat ini masih belum terdapat pada daftar IRIS berdasarkan US EPA. Oleh karena itu, dalam menetapkan nilai RfC PM2.5 peneliti menggunakan persamaan intake dengan memanfaatkan konsentrasi yang sesuai dengan baku mutu dari PP No.22 tahun 2021 yaitu 55 µg/m³ atau 0,055 mg/m³.

Selanjutnya nilai variabel yang digunakan untuk menghitung intake akan menerapkan nilai default yang telah ditentukan oleh Kementerian Kesehatan yang termuat dalam pedoman ARKL, berupa nilai laju inhalasi bagi orang dewasa (R) dengan 0,83 m³/jam, lamanya pajanan pada lingkungan pemukiman masyarakat (tE) dengan 24 jam/hari, jumlah hari terpajan tiap tahun (fE) dengan 350 hari/tahun, berat badan orang dewasa Indonesia (55 kg), serta periode waktu rata-rata hari pada efek non karsinogen dengan 10.950 hari. Perhitungan nilai RfC dilakukan dengan menggunakan persamaan berikut:

$$RfC = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{avg}}$$

$$RfC = \frac{0,055 \frac{mg}{m^3} \times 0,83 \frac{m^3}{jam} \times 24 \frac{jam}{hari} \times 350 \frac{hari}{tahun} \times 30 \text{ tahun}}{55 \text{ kg} \times 30 \text{ tahun} \times 365 \frac{hari}{tahun}}$$

$$RfC = 0,0191 \text{ mg/kg/hari.}$$

Analisis Paparan

Nilai *intake* atau asupan pajanan didapatkan dengan melakukan penghitungan menggunakan rumus:

$$Intake (I) = \frac{C \times R \times t_E \times f_E \times D_t}{W_b \times t_{Avg}}$$

Hasil hitung terhadap nilai asupan pajanan baik secara realtime maupun lifetime PM2.5 di masing-masing titik pada sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat, terlihat pada Tabel 4a dan Tabel 4b.

Karakterisasi Risiko

Karakterisasi risiko akan dinyatakan dalam bentuk RQ (risk quotient) pada efek nonkarsinogenik seperti PM2.5. Penghitungan tingkat risiko akan dilakukan melalui metode membagi nilai asupan/intake pada tiap individu dengan nilai RfC dari PM2.5. Tingkat risiko akan dinyatakan aman terhadap kesehatan manusia jika RQ ≤ 1, sedangkan jika tingkat risiko RQ > 1 maka akan dinyatakan berbahaya dan dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Hasil perhitungan tingkat risiko atau RQ baik realtime dan lifetime dapat dilihat pada Tabel 5.a dan Tabel 5.b.

Tabel 4.a Nilai Intake Realtime PM2.5 pada Masyarakat sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat

No.	Titik	Konsentrasi PM _{2.5} (mg/m ³)			Intake realtime (mg-kg-hari)		
		Min.	Rerata	Maks.	Min.	Rerata	Maks.
1.	1	0,01887	0,022745	0,04339	0,004039	0,004868	0,009286
2.	2	0,0503	0,057165	0,073815	0,010765	0,012235	0,015798
3.	3	0,0333	0,040515	0,057165	0,007127	0,008671	0,012235
4.	4	0,05661	0,072705	0,1554	0,012116	0,01556	0,033259
Rata-rata		0,03977	0,482825	0,0824425	0,008512	0,01033	0,017644

Tabel 4.b Nilai Intake Lifetime PM2.5 pada Masyarakat sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat

No.	Titik	Konsentrasi PM _{2.5} (mg/m ³)			Intake Lifetime (mg-kg-hari)		
		Min.	Rerata	Maks.	Min.	Rerata	Maks.
1.	1	0,01887	0,022745	0,04339	0,006058	0,007302	0,01393
2.	2	0,0503	0,057165	0,073815	0,016148	0,018352	0,023697
3.	3	0,0333	0,040515	0,057165	0,01069	0,013007	0,018352
4.	4	0,05661	0,072705	0,1554	0,018174	0,023341	0,049888
Rata-rata		0,03977	0,482825	0,0824425	0,012767	0,0155	0,026467

Tabel 5.a Nilai RQ Paparan PM2.5 Realtime

No.	Titik Sampling	Intake Realtime (mg/kg-hari)	RfC PM _{2.5} (mg/kg-hari)	RQ	Kategori
1.	Perumahan Sekitar Masjid Raya Uswatun Hasanah				
	1) C Minimal	0,004039	0,0191	0,211444	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,004868	0,0191	0,254864	Tidak Berisiko
	3) C maksimal	0,009286	0,0191	0,486197	Tidak Berisiko
2.	Perumahan Sekitar Masjid Jami Al-Khoir				
	1) C Minimal	0,010765	0,0191	0,563626	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,012235	0,0191	0,64055	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,015798	0,0191	0,827118	Tidak Berisiko

No.	Titik Sampling	Intake (mg/kg-hari)	Realtime	RfC (mg/kg-hari)	PM _{2.5}	RQ	Kategori
3.	Perumahan Sekitar Masjid At-Taqwa						
	1) C Minimal	0,007127		0,0191		0,373136	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,008671		0,0191		0,453982	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,012235		0,0191		0,64055	Tidak Berisiko
4.	Perumahan BNI 46						
	1) C Minimal	0,012116		0,0191		0,634331	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,01556		0,0191		0,81468	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,033259		0,0191		1,741301	Berisiko

Tabel 5.b Nilai RQ Paparan PM_{2.5} lifetime

No.	Titik Sampling	Intake (mg/kg-hari)	Lifetime	RfC (mg/kg-hari)	PM _{2.5}	RQ	Kategori
1.	Perumahan sekitar Masjid Raya Uswatun Hasanah						
	1) C Minimal	0,006058		0,0191		0,317166	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,007302		0,0191		0,382296	Tidak Berisiko
	3) C maksimal	0,01393		0,0191		0,729296	Tidak Berisiko
2.	Perumahan sekitar Masjid Jami Al-Khoir						
	1) C Minimal	0,016148		0,0191		0,845439	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,018352		0,0191		0,960825	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,023697		0,0191		1,240677	Berisiko
3.	Perumahan sekitar Masjid At-Taqwa						
	1) C Minimal	0,01069		0,0191		0,559704	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,013007		0,0191		0,680973	Tidak Berisiko
	3) C Maksimal	0,018352		0,0191		0,960825	Tidak Berisiko
4.	Perumahan BNI 46						
	1) C Minimal	0,018174		0,0191		0,951497	Tidak Berisiko
	2) C Rata-Rata	0,023341		0,0191		1,22202	Berisiko
	3) C Maksimal	0,049888		0,0191		2,611952	Berisiko

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dengan metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) paparan PM_{2.5} pada masyarakat yang tinggal di perumahan sekitar Jalan Raya Daan Mogot-Pesing Kota Jakarta Barat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Titik pengukuran yang telah berada diatas baku mutu adalah titik 2 yaitu Perumahan sekitar Masjid Jami Al-Khoir dengan konsentrasi rerata 57,165 µg/m³ dan konsentrasi maksimum 73,815 µg/m³. Lalu, titik 3 yaitu Perumahan sekitar Masjid At-Taqwa dengan konsentrasi maksimum mencapai 57,165 µg/m³. Terakhir, titik 4 yaitu Perumahan BNI 46 dengan konsentrasi minimum 56,61 µg/m³, konsentrasi rerata 72,705 µg/m³, dan konsentrasi maksimum 155,4 µg/m³
- 2) Nilai RfC untuk paparan PM_{2.5} hingga saat ini masih belum tersedia pada IRIS. Oleh karena itu dilakukan penghitungan untuk menentukan nilai RfC dengan menggunakan rumus intake diaman konsentrasi yang digunakan berdasarkan baku mutu PP No.22 tahun 2021, sementara nilai untuk variabel lainnya menggunakan nilai default dengan merujuk pada Pedoman ARKL. Diperoleh nilai RfC PM_{2.5} sebesar 0,0191 mg/kg/hari.
- 3) Nilai *intake realtime* tertinggi berada pada titik 4 dengan konsentrasi minimum, rerata, dan maksimum yaitu 0,012116 mg/kg/hari, 0,01556 mg/kg/hari, dan 0,033259 mg/kg/hari. Sementara *intake lifetime* tertinggi juga berada pada titik 4

dengan konsentrasi minimum, rerata, dan maksimum yaitu 0,018174 mg/kg/hari, 0,023341 mg/kg/hari, dan 0,049888 mg/kg/hari.

- 4) Nilai tingkat risiko atau RQ *realtime* tertinggi berada pada titik 4 dengan konsentrasi maksimum yaitu 1,74 dan nilai RQ *lifetime* tertinggi berada titik 4 dengan konsentrasi maksimum yaitu 2,61

SARAN

- 1) Suku Dinas Kesehatan Kota Administrasi Jakarta Barat diharapkan dapat bekerjasama dengan puskesmas dan fasilitas kesehatan lainnya untuk melakukan pemeriksaan kesehatan rutin terkait status kesehatan akibat polusi udara serta melakukan kampanye penggunaan masker kepada masyarakat, khususnya jika ingin beraktifitas di luar rumah.
- 2) Suku Dinas Lingkungan Hidup Kota Administrasi Jakarta Barat diharapkan dapat meningkatkan kembali penghijauan/penanaman tanaman baru yang dapat mereduksi tingkat polusi udara di sekitar lokasi penelitian serta secara rutin melakukan kajian dampak polusi udara bagi penduduk yang tinggal di sekitar Jalan Raya Daan Mogot

DAFTAR SINGKATAN

- ARKL : Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan
 C : Konsentrasi Agen Risiko (µg/m³)
 COPD : *Chronic Obstructive Pulmonary Diseases*
 Dt : Durasi Paparan
 DKI : Daerah Khusus Ibukota

fE : Frekuensi Paparan
 ISPA : Infeksi Saluran Pernapasan Atas
 ISPU : Indeks Standar Pencemaran Udara
 PM : *Particulate Matter*
 R : Laju Asupan
 RfC : *Reference of Concentration*
 RQ : *Risk Quotient*
 SD : Sekolah Dasar
 SMP : Sekolah Menengah Pertama
 SMA : Sekolah Menengah Atas
 PT : Perguruan Tinggi
 Tav_g : Periode Rata-Rata Harian
 tE : Lama Paparan (jam/hari)
 US EPA : *United States Environmental Protection Agency*
 Wb : Berat Badan (kg)
 WHO : *World Health Organization*

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan rahmat-Nya, kami dapat menyusun artikel penelitian yang berjudul “Tingkat Risiko Kesehatan Paparan PM 2.5 Pada Masyarakat Di Sekitar Jalan Raya Daan Mogot Jakarta Barat Tahun 2023” tepat pada waktunya. Kami menyadari betul bahwa penyusunan artikel ini dapat terwujud berkat bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, kami bermaksud untuk mengucapkan terima kasih kepada:

- 1) Allah SWT dan Nabi Muhammad SAW yang telah menuntun dan memancarkan cahaya kebaikan serta penunjuk jalan lurus.
- 2) Anggota tim peneliti (Dr. Laila Fitria dan Suthan Alvin B, M.K.M) yang telah memberikan bantuan dukungan material dan moral; dan
- 3) Kepala Dinas Kesehatan Provinsi DKI Jakarta yang telah memberikan perizinan terkait pengambilan data primer dan data sekunder untuk kepentingan penelitian.
- 4) Kepala Suku Dinas Kesehatan Kota Administrasi Jakarta Barat yang telah memberikan perizinan terkait pengambilan data primer dan data sekunder untuk kepentingan penelitian.
- 5) Kepala Puskesmas Kecamatan Grogol Petamburan dan staff yang telah memberikan perizinan terkait pengambilan data primer dari masyarakat dan data sekunder untuk kepentingan penelitian di wilayah kerjanya.
- 6) Kepala Puskesmas Kecamatan Cengkareng dan staff yang telah memberikan perizinan terkait pengambilan data primer dari masyarakat dan data sekunder untuk kepentingan penelitian di wilayah kerjanya.
- 7) Kepala Puskesmas Kedaung Kali Angke dan staff yang telah memberikan perizinan terkait pengambilan data primer dari masyarakat dan data sekunder untuk kepentingan penelitian di wilayah kerjanya.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang

telah membantu. Semoga artikel penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

1. BPS. Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Provinsi dan Jenis Kendaraan (Unit), 2020-2021 [Internet]. Jakarta. 2020. Available from: https://www.bps.go.id/indikator/indikator/view_d_ata_pub/0000/api_pub/V2w4dFkwdFNLNU5mSE95Und2UDRMQT09/da_10/1%3E.
2. Timbul P.M. Panjaitan, Bambang Pramudya, Manuwoto dan IFPP. Pengelolaan Pencemaran udara Akibat Transportasi di Kawasan Perumahan di Pinggiran Metropolitan. J Sabua. 2011;3(1):1–8.
3. Aziz MF, Abdurrachman A, Chandra I, Majid L ikbal, Valcdan F, Salam RA. Pemantauan Konsentrasi (CO₂, NO₂) dan Partikulat (PM 2.5) pada Struktur Horizontal di Kawasan Dayeuhkolot, Cekungan Udara Bandung Raya. J Sains Dirgant. 2016;1(1):1–12.
4. State NY. Fine Particle (PM 2,5) Questions and Answers” [Internet]. Departement of Health. 2018. Available from: [https://www.health.ny.gov/environmental/indoors/air/pmq_a.htm#:~:text=Fine particulate matter \(PM2.5,hazy when levels are elevated](https://www.health.ny.gov/environmental/indoors/air/pmq_a.htm#:~:text=Fine particulate matter (PM2.5,hazy when levels are elevated)
5. Budiyo A. Pencemaran Udara : Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan. Ber Dirgant. 2001;2(1):21–7.
6. Inaku AHR, Cornelis N. Pengaruh Pencemaran Udara PM 2,5 dan PM 10 Terhadap Keluhan Pernapasan Anak di Ruang Terbuka Anak di DKI Jakarta. ARKESMAS. 2020;5(2):9–16. Kurniawati ID, Nurullita U, Mifbakhuddin. INDIKATOR PENCEMARAN UDARA BERDASARKAN JUMLAH KENDARAAN DAN KONDISI IKLIM. J Kesehat Masy Indones. 2017;12(2):19–24. <https://doi.org/10.22236/arkesmas.v5i2.4990>
7. Suryani AS. Polusi Udara di Wilayah Perkotaan Indonesia. Jakarta: Pusat Penelitian Badan Keahlian Sekretariat Jenderal DPR RI; 2022.
8. WHO. Compendium of WHO and Other UN Guidance on Health and Environment. Geneva: WHO; 2022.
9. WHO. Household Air Pollution and Health [Internet]. 2022. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/household-air-pollution-and-health>
10. Bir B. Air pollution added over 6.6M deaths to toll in 2019 [Internet]. Ankara; 2020. Available from: <https://www.aa.com.tr/en/environment/air-pollution-added-over-66m-deaths-to-toll-in-2019/2013962#:~:text=In 2019%2C air pollution contributed,their first month of life&text=Air pollution%2C the fourth leading,new study published on Wednesday>.

11. IQAir. World Air Quality Report : Region & City PM 2.5. Swiss: IQAir; 2021.
12. Jakarta DLHPD. Indeks Standar Pencemaran Udara (ISPU) Tahun 2021. Jakarta: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi DKI Jakarta; 2021.
13. Pangestika R, Wilti IR. Karakteristik Risiko Kesehatan Non-Karsinogenik Akibat Paparan PM_{2.5} di Tempat-Tempat Umum Kota Jakarta. *J Kesehat Lingkung Indones*. 2021;20(1):7–14. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.7-14>
14. Herianti UJ, Santosa E, Agusta H. Preferensi Tanaman Buah untuk Penghijauan Kota Berdasarkan Persepsi Publik : Studi Kasus di Kota Tangerang. *J Agron Indones*. 2022;50(1):97–106. <https://doi.org/10.24831/jai.v50i1.38691>
15. Putra NW, Siwu SC, Amir N. Penataan Ruang Terbuka Hijau DKI Jakarta Ditinjau dari Undang-Undang Nomor 26 Tahun 2007 Tentang Penataan Ruang. *CALYPTRA*. 2021;9(2):1–15.
16. Direktorat Jenderal PP dan PL. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Jakarta: Kementrian ; 2012.
17. Lusianawati D. 517 Pohon akan Hijaukan Jalan Daan Mogot [Internet]. Jakarta. 2014. Available from: <https://m.beritajakarta.id/read/5538/517-pohon-akan-hijaukan-jalan-daan-mogot>
18. Defriman D. Prinsip dan Metode Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan. *J Kesehat Masy Andalas*. 2014;8(2):100–4. <https://doi.org/10.24893/jkma.v8i2.133>
19. Falahdina A. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan PM_{2.5} pada Pedagang Tetap di Terminal Kampung Rambutan. Jakarta: UIN Syarif Hidayatullah Jakarta : Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan; 2017.
20. Sembiring ETJ. Risiko Kesehatan Paparan PM 2.5 di Udara Ambien pada Pedagang Kaki Lima di Bawah Flyover Pasar Pagi Asemka Jakarta. *J Tek Lingkung*. 2020;26(1):101–20. <https://doi.org/10.5614/j.tl.2020.26.1.7>
21. Rahmadi. Pengantar Metodologi Penelitian. Banjarmasin: Antasari Press; 2011.
22. has environmental. Aerosol Monitoring-DustTrak 8533 [Internet]. has-environmental.com. 2019 [cited 2023 Apr 18]. Available from: <https://has-environmental.com/product/aerosol-monitoring-dusttrak-8533-8534/>
23. Unggul UE. Modul Laboratorium Kesehatan Lingkungan. Jakarta: Program Studi Kesehatan Masyarakat; 2020.
24. US EPA. What are the Air Quality Standards for PM? [Internet]. US EPA. 2022 [cited 2022 Nov 1]. Available from: <https://www3.epa.gov/region1/airquality/pm-aq-standards.html#:~:text=Since 1997%2C EPA has evaluated,of 150 µg%2Fm3>
25. Azhar K, Dharmayanti I, Mufida I. Kadar Debu Partikulat (PM_{2.5}) dalam Rumah dan Kejadian ISPA pada Balita di Kelurahan Kayuringin Jaya, Kota Bekasi Tahun 2014. *Media Litbangkes*. 2016;26(1):45–52. <https://doi.org/10.22435/mpk.v26i1.4903.45-52>
26. Latifah HI. Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL) Paparan PM_{2.5} pada Siswa di SDN 28 Mandau Duri Riau Tahun 2020. Padang: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Andalas; 2020. <https://doi.org/10.25077/jk31.2.1.1-10.2021>
27. Direktorat Jenderal PP dan PL. Pedoman Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan (ARKL). Jakarta: Kementrian Li; 2012.
28. Abdur R. Public Health Assesment : Model Kajian Prediktif Dampak Lingkungan dan Aplikasinya untuk Manajemen Risiko Kesehatan. Jakarta: Pusat Kajian Kesehatan Lingkungan dan Industri Universitas Indonesia.; 2007.



©2025. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.