

## ANGKA KUMAN UDARA SEBAGAI INDIKATOR KUALITAS UDARA DI RUANG TUNGGU PUSKESMAS

### *Airborne Microbial Count as an Indicator of Air Quality in the Waiting Room of a Community Health Center*

Yonan<sup>1</sup>, Fahrul Islam<sup>1\*</sup>, Abdul Ganing<sup>1</sup>, Haeranah Ahmad<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Kesehatan Lingkungan, Poltekkes Kemenkes Mamuju

\*Penulis Korespondensi: [fahrulislam@poltekkesmamuju.ac.id](mailto:fahrulislam@poltekkesmamuju.ac.id) / 081354805031

|   |  |
|---|--|
| <p><b>Kata Kunci:</b><br/>Angka kuman;<br/>kualitas udara dalam ruangan;<br/>puskesmas;<br/>ruang tunggu;</p> <p><b>Keywords:</b><br/><i>Microbial count;</i><br/><i>indoor air quality;</i><br/><i>community health center;</i><br/><i>waiting room;</i></p> | <p><b>ABSTRAK</b></p> <p><b>Latar Belakang:</b> Kualitas udara dalam ruangan di fasilitas pelayanan kesehatan perlu diperhatikan karena dapat memengaruhi kenyamanan dan kesehatan pasien, pengunjung, serta petugas. Ruang tunggu puskesmas merupakan area berisiko mengalami pencemaran mikrobiologis udara karena digunakan oleh banyak orang dalam ruang terbatas. <b>Tujuan:</b> Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui angka kuman udara sebagai indikator kualitas udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang, Kecamatan Kalukku, Kabupaten Mamuju. <b>Metode:</b> Penelitian ini menggunakan desain observasional deskriptif dengan analisis korelasi eksploratif. Sampel berupa udara ruang tunggu yang diambil selama tiga hari pengukuran pada bulan Juni 2025 pukul 10.00 WITA menggunakan teknik <i>volumetric air sampling</i> dengan <i>microbiological air sampler</i>. Parameter yang diukur meliputi angka kuman udara, suhu, kelembapan, pencahayaan, luas ventilasi, dan kepadatan hunian. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap baku mutu yang berlaku, serta uji Spearman untuk melihat kecenderungan hubungan antarvariabel. <b>Hasil:</b> Rata-rata angka kuman udara adalah 90 CFU/m<sup>3</sup> dan masih memenuhi baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 2 Tahun 2023, yaitu kurang dari 180 CFU/m<sup>3</sup>. Namun, parameter fisik lingkungan belum memenuhi syarat, meliputi suhu 31,2°C, kelembapan 26,67%, pencahayaan 85,6 lux, luas ventilasi 0,27 m<sup>2</sup>, dan kepadatan hunian (luas ruang per orang) 0,28–0,41 m<sup>2</sup>/orang. Hasil uji Spearman menunjukkan kecenderungan hubungan antara parameter fisik lingkungan dan angka kuman udara, tetapi perlu ditafsirkan hati-hati karena jumlah pengukuran terbatas. <b>Kesimpulan:</b> Angka kuman udara masih memenuhi standar, tetapi kondisi fisik ruang tunggu belum optimal. Perbaikan ventilasi, pengaturan jumlah pengunjung, dan pemantauan kualitas udara secara berkala diperlukan untuk menjaga kualitas udara ruang tunggu puskesmas.</p> |
|---|--|

**ABSTRACT**

**Background:** Indoor air quality in healthcare facilities requires attention because it may affect the comfort and health of patients, visitors, and healthcare workers. The waiting room of a community health center is vulnerable to microbiological air contamination because many people occupy a limited space. **Purpose:** This study aimed to determine the airborne microbial count as an indicator of air quality in the waiting room of Tampapadang Community Health Center, Kalukku District, Mamuju Regency. **Methods:** This study used a descriptive observational design with exploratory correlation analysis. Air samples were collected over three measurement days in June 2025 at 10:00 a.m. using volumetric air sampling with a microbiological air sampler. The measured parameters included airborne microbial count, temperature, humidity, lighting, ventilation area, and occupancy density. Data were analyzed descriptively by comparing the results with applicable quality standards, and Spearman's correlation test was used to examine relationship tendencies among variables. **Results:** The average airborne microbial count was 90 CFU/m<sup>3</sup>, meeting the standard of the Indonesian Ministry of Health Regulation No. 2 of 2023, namely less than 180 CFU/m<sup>3</sup>. However, several physical environmental parameters did not meet the required standards, including temperature of 31.2°C, humidity of 26.67%, lighting of 85.6 lux, ventilation area of 0.27 m<sup>2</sup>, and occupancy density of 0.28–0.41 m<sup>2</sup>/person. Spearman's correlation indicated relationship tendencies between physical environmental parameters and airborne microbial count, but the results should be interpreted cautiously due to limited measurements. **Conclusion:** The airborne microbial count met the standard, but the physical condition of the waiting room was not optimal. Ventilation improvement, visitor management, and regular air quality monitoring are needed.

©2026 by author.

Published by Faculty of Public Health, Hasanuddin University.

This is an open access article under CC-BY-SA license

(https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

**PENDAHULUAN**

Udara merupakan komponen penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Komposisi kimiawi, biologis, dan fisik udara berpengaruh langsung terhadap kualitas pernapasan. Udara yang mengandung lebih banyak kontaminan dapat memengaruhi kesehatan dan kesejahteraan manusia.<sup>1</sup> Kualitas lingkungan dalam ruangan juga memiliki dampak signifikan terhadap kesehatan dan produktivitas manusia, terutama karena sebagian besar waktu dihabiskan di dalam ruangan.<sup>2</sup> Kualitas udara dalam ruangan sangat erat kaitannya dengan kesehatan.<sup>3</sup> Selain polutan kimia, kontaminan biologis seperti bakteri, virus, dan jamur juga dapat ditemukan dalam lingkungan dalam ruangan dan berperan penting dalam menentukan kualitas udara.<sup>2,4</sup>

Puskesmas sebagai fasilitas pelayanan kesehatan sekaligus tempat umum memiliki potensi terjadinya penularan penyakit, salah satunya melalui pencemaran udara.<sup>5</sup> Oleh karena itu, puskesmas harus memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan, termasuk kualitas udara dalam ruangan. Kualitas udara yang tidak memenuhi persyaratan dapat berkaitan dengan tingginya angka kuman di dalam ruang. Kondisi tersebut tidak hanya dapat menyebabkan *Sick Building Syndrome*, tetapi juga meningkatkan risiko infeksi terkait pelayanan kesehatan. Sekitar 10–20% infeksi terkait pelayanan kesehatan dapat terjadi melalui transmisi kuman yang ditularkan lewat udara.<sup>6</sup>

Infeksi yang didapat selama pelayanan kesehatan di fasilitas rawat jalan secara kolektif disebut sebagai *Healthcare-Associated Infections* (HAIs) atau infeksi terkait pelayanan kesehatan. Baik tenaga kesehatan maupun pasien rentan mengalami dampak serius akibat HAIs. HAIs merupakan salah satu masalah kesehatan yang paling umum dan serius dalam sistem pelayanan kesehatan.<sup>7</sup> Secara global, HAIs merupakan salah satu kejadian tidak diinginkan yang paling sering terjadi dalam penyediaan layanan kesehatan. Rata-rata sekitar 1 dari 10 pasien mengalami HAIs, dan frekuensi ini dapat lebih tinggi di negara berpenghasilan rendah dan menengah serta pada pasien berisiko tinggi.<sup>8</sup> Selain itu, diperkirakan terdapat 136 juta kasus infeksi terkait pelayanan kesehatan yang resisten terhadap antibiotik di seluruh dunia setiap tahunnya.<sup>9</sup>

Salah satu indikator biologis kualitas udara dalam ruangan adalah angka kuman udara. Hasil pengukuran pada salah satu puskesmas rawat inap menunjukkan bahwa konsentrasi angka kuman udara pada ruang tunggu mencapai 945 CFU/m<sup>3</sup>, melebihi ambang batas menurut *American Conference of Governmental Industrial Hygienists* (ACGIH). Kondisi tersebut menunjukkan bahwa ruang tunggu puskesmas dapat menjadi area yang berisiko terhadap penularan penyakit melalui udara dan dapat mengancam kesehatan petugas, pasien, maupun masyarakat.<sup>6</sup>

Puskesmas Tampapadang merupakan salah satu puskesmas di Kabupaten Mamuju yang memiliki fasilitas rawat inap yang cukup memadai. Puskesmas ini memiliki wilayah kerja yang luas dengan jumlah penduduk yang padat. Berdasarkan data puskesmas, jumlah rata-rata pengunjung di Puskesmas Tampapadang mencapai sekitar 70–80 orang per hari. Jumlah pengunjung yang tinggi dengan ukuran ruang tunggu yang terbatas berpotensi meningkatkan kepadatan hunian dan menurunkan kualitas udara dalam ruangan, sehingga dapat meningkatkan risiko terjadinya penularan penyakit melalui udara. Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini penting dilakukan untuk mengetahui angka kuman udara sebagai indikator kualitas udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang dalam rangka mendukung upaya pencegahan dampak kesehatan yang tidak diinginkan.

## METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan analisis korelasi eksploratif yang dilakukan melalui pengukuran lapangan dan pemeriksaan laboratorium untuk menilai angka kuman udara sebagai indikator kualitas udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang, Kecamatan Kalukku, Kabupaten Mamuju. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei–Juli 2025 dengan populasi

berupa udara di ruang tunggu dan sampel berupa udara yang diambil pada saat pengukuran. Sampel diambil secara *purposive* selama tiga hari pada pukul 10.00 WITA di satu titik utama bagian tengah ruangan, karena pukul 10.00 WITA merupakan periode pelayanan aktif ketika ruang tunggu mulai dipadati pengunjung, sehingga dapat menggambarkan kondisi ruang tunggu pada saat aktivitas pelayanan berlangsung. Penangkapan bakteri udara dilakukan dengan teknik *volumetric air sampling* menggunakan *microbiological air sampler* Microbio MB2 dengan volume udara 500 liter setiap pengukuran. Sampel udara ditangkap pada media *Nutrient Agar*, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dihitung menggunakan *colony counter*, dikoreksi dengan nilai *nc (corrected count)*, dan dikonversi ke dalam satuan CFU/m<sup>3</sup>.

Penelitian ini juga mengukur parameter fisik lingkungan berupa suhu, kelembapan, pencahayaan, luas ventilasi, dan kepadatan hunian. Suhu dan kelembapan diukur menggunakan *Humidity Alert II Extech* 445815, sedangkan pencahayaan diukur menggunakan *Digital Light Meter* TASI-8720. Luas ventilasi dihitung berdasarkan persentase luas ventilasi terhadap luas lantai, sedangkan kepadatan hunian dihitung sebagai luas ruang per orang, yaitu perbandingan luas ruang tunggu dengan jumlah pengunjung saat pengukuran. Data primer diperoleh dari hasil pengukuran lapangan dan pemeriksaan laboratorium, sedangkan data sekunder diperoleh dari dokumen Puskesmas Tampapadang. Data dianalisis secara deskriptif dengan membandingkan hasil pengukuran terhadap baku mutu Permenkes RI Nomor 2 Tahun 2023 dan Permenkes No. 1077/Menkes/Per/VI/2011 untuk standar ventilasi. Selain itu, dilakukan uji korelasi Spearman untuk melihat arah dan kekuatan hubungan antara parameter lingkungan fisik yang memiliki variasi data dengan angka kuman udara. Uji Spearman digunakan sebagai analisis eksploratif karena jumlah pengukuran terbatas pada tiga hari, sehingga hasilnya ditafsirkan secara hati-hati dan tidak digunakan sebagai dasar inferensi kausal. Hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel dan narasi.

## HASIL

Tabel 1 menunjukkan hasil pengukuran suhu udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang selama tiga hari menunjukkan bahwa suhu udara berkisar antara 30,6°C hingga 31,8°C, dengan rata-rata suhu sebesar 31,2°C. Jika dibandingkan dengan standar yang tercantum dalam Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan, yang menyatakan bahwa suhu ideal untuk ruang pelayanan kesehatan berada pada rentang 20°C–28°C, maka suhu di ruang tunggu tersebut tergolong tidak memenuhi syarat (TMS).

**Tabel 1**  
Hasil Pengukuran Suhu Udara pada Ruang Tunggu Pasien Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Pengukuran       | Suhu (°C )  | Keterangan   |
|------------------|-------------|--|
| Hari I (Jumat)   | 31,8        | Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan jika suhu 20–28°C |
| Hari II (Senin)  | 31,4        |  |
| Hari III (Rabu)  | 30,6        |  |
| <b>Rata-rata</b> | <b>31,2</b> |  |

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 2, hasil pengukuran kelembapan udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang selama tiga hari berturut-turut, diperoleh nilai kelembapan sebesar 27% pada hari pertama dan ketiga, serta 26% pada hari kedua, dengan rata-rata kelembapan udara sebesar 26,67%. Jika dibandingkan dengan standar Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan yang merekomendasikan kelembapan udara berada dalam kisaran 40–60%, maka kelembapan udara di ruang tunggu tersebut tergolong tidak memenuhi syarat (TMS).

Tabel 2

Hasil Pengukuran Kelembapan Udara pada Ruang Tunggu Pasien Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Pengukuran       | Kelembapan (%) | Keterangan   |
|------------------|----------------|--|
| Hari I (Jumat)   | 27             | Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan Kelembapan 40–60% |
| Hari II (Senin)  | 26             |  |
| Hari III (Rabu)  | 27             |  |
| <b>Rata-rata</b> | <b>26,67</b>   |  |

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengukuran intensitas pencahayaan di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang selama tiga hari berturut-turut pada lima titik pengamatan, diperoleh rata-rata pencahayaan sebesar 85,6 lux. Nilai ini berada di bawah standar yang ditetapkan dalam Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan, yaitu minimal 100 lux. Beberapa titik, seperti T2, secara konsisten menunjukkan nilai pencahayaan yang sangat rendah (<40 lux).

Tabel 3

Hasil Pengukuran Pencahayaan pada Ruang Tunggu Pasien Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Pengukuran       | Pencahayaan (lux) |    |     |    |     | Keterangan  |
|------------------|-------------------|----|-----|----|-----|---|
|                  | T1                | T2 | T3  | T4 | T5  |   |
| Hari I (Jumat)   | 146               | 37 | 124 | 61 | 50  | Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan jika Intensitas cahaya sebesar 100 lux |
| Hari II (Senin)  | 201               | 29 | 75  | 72 | 75  |   |
| Hari III (Rabu)  | 142               | 28 | 94  | 47 | 104 |   |
| <b>Rata-rata</b> | <b>85,6</b>       |    |     |    |     |   |

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 4, hasil pengukuran angka kuman udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang selama tiga hari menunjukkan nilai bervariasi, yaitu 84 CFU/m<sup>3</sup> pada hari Jumat, 120 CFU/m<sup>3</sup> pada hari Senin, dan 66 CFU/m<sup>3</sup> pada hari Rabu. Rata-rata angka kuman dari seluruh hari pengamatan adalah sebesar 90 CFU/m<sup>3</sup>. Jika dibandingkan dengan standar yang tercantum dalam Permenkes Nomor 2 Tahun 2023 tentang Pedoman Penyelenggaraan Kesehatan Lingkungan Puskesmas, yaitu batas maksimal 180 CFU/m<sup>3</sup>, maka hasil tersebut masih berada dalam kategori aman dan memenuhi syarat.

Tabel 4

Hasil Pengukuran Angka Kuman pada Ruang Tunggu Pasien Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Pengukuran       | Angka Kuman (CFU/m <sup>3</sup> ) | Keterangan  |
|------------------|-----------------------------------|---|
| Hari I (Jumat)   | 84                                | Permenkes RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan yaitu 180 CFU/m <sup>3</sup> |
| Hari II (Senin)  | 120                               |   |
| Hari III (Rabu)  | 66                                |   |
| <b>Rata-rata</b> | <b>90</b>                         |   |

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 5, hasil pengukuran kepadatan hunian dan luas ventilasi pada ruang tunggu Puskesmas Tampapadang menunjukkan bahwa jumlah pengunjung terbanyak terjadi pada hari Senin

sebanyak 108 orang, dengan luas ruang per orang hanya 0,28 m<sup>2</sup>/orang. Sementara itu, luas ruangan sebesar 30 m<sup>2</sup> dan total luas ventilasi hanya 0,27 m<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil perhitungan dan acuan standar kesehatan lingkungan, baik kepadatan hunian maupun luas ventilasi di ruang tunggu tersebut termasuk dalam kategori Tidak Memenuhi Syarat (TMS).

**Tabel 5**  
Hasil Pengukuran Kepadatan Hunian dan Luas Ventilasi pada Ruang Tunggu Pasien Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Hari            | Jumlah Pengunjung | Luas Ruangan      | Kepadatan Hunian (m <sup>2</sup> /orang) | Luas Ventilasi      |
|-----------------|-------------------|-------------------|--|---------------------|
| Hari I (Jumat)  | 79                | 30 m <sup>2</sup> | 0,38                                     | 0,27 m <sup>2</sup> |
| Hari II (Senin) | 108               |                   | 0,28                                     |                     |
| Hari III (Rabu) | 73                |                   | 0,41                                     |                     |

Sumber: Data Primer, 2025

Berdasarkan Tabel 6, suhu menunjukkan korelasi positif sedang dengan angka kuman udara ( $r_s = 0,500$ ;  $p = 0,667$ ), sedangkan kelembapan menunjukkan korelasi negatif kuat ( $r_s = -0,866$ ;  $p = 0,333$ ). Keduanya tidak signifikan secara statistik karena nilai  $p > 0,05$ . Pencahayaan menunjukkan korelasi positif sempurna ( $r_s = 1,000$ ) dan kepadatan hunian menunjukkan korelasi negatif sempurna ( $r_s = -1,000$ ), tetapi nilai  $p$  tidak tersedia pada luaran analisis. Secara umum, hasil ini menunjukkan adanya kecenderungan hubungan antara parameter lingkungan fisik dan angka kuman udara, namun perlu ditafsirkan secara hati-hati karena jumlah pengukuran hanya tiga hari, sehingga hasil korelasi lebih tepat digunakan sebagai analisis eksploratif.

**Tabel 6**  
Hasil Uji Korelasi Spearman antara Parameter Lingkungan Fisik dan Angka Kuman Udara di Ruang Tunggu Puskesmas Tampapadang Tahun 2025

| Variabel         | Koefisien Korelasi Spearman ( $r_s$ ) | $p$ -value                          |
|------------------|---------------------------------------|-------------------------------------|
| Suhu             | 0,500                                 | 0,667                               |
| Kelembapan       | -0,866                                | 0,333                               |
| Pencahayaan      | 1,000                                 | tidak tersedia pada luaran analisis |
| Kepadatan Hunian | -1,000                                | tidak tersedia pada luaran analisis |

Sumber: Data Primer, 2025

## PEMBAHASAN

Udara merupakan faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Kualitas udara dalam ruangan dipengaruhi oleh parameter fisik, paparan bahan kimia, kontaminasi biologis, serta udara luar yang masuk melalui ventilasi.<sup>10</sup> Oleh karena itu, penilaian kualitas udara di ruang tunggu puskesmas perlu mempertimbangkan faktor fisik lingkungan dan angka kuman udara sebagai indikator biologis.

Rata-rata suhu di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang adalah 31,2°C, sehingga tidak memenuhi syarat berdasarkan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, yaitu 20–28°C. Temuan ini sejalan dengan penelitian Islam et al. (2022) di ruang tunggu Puskesmas Binanga dan Puskesmas Bambu, serta Rahayu et al. (2019) pada ruang rawat inap rumah sakit swasta tipe C di Kota Pekanbaru yang juga menunjukkan suhu ruangan tidak memenuhi syarat.<sup>11,12</sup> Berdasarkan pengamatan peneliti, tingginya suhu diduga berkaitan dengan sirkulasi udara yang terbatas karena ruang tunggu hanya memanfaatkan

pintu utama dan tidak didukung alat pengatur suhu. Penelitian Mayasari et al. (2020) menunjukkan bahwa suhu ruangan dapat memenuhi syarat apabila sirkulasi udara didukung oleh pintu, ventilasi, dan alat pengatur suhu ruangan.<sup>13</sup>

Hasil uji Spearman menunjukkan suhu memiliki korelasi positif sedang dengan angka kuman udara ( $r_s = 0,500$ ;  $p = 0,667$ ), tetapi tidak signifikan secara statistik. Arah hubungan positif menunjukkan bahwa peningkatan suhu cenderung diikuti peningkatan angka kuman udara, namun hasil ini hanya dapat dimaknai sebagai kecenderungan deskriptif karena jumlah pengamatan terbatas. Suhu yang tidak sesuai dapat menurunkan kenyamanan, meningkatkan stres pasien, dan memengaruhi kepuasan pelayanan.<sup>14,15</sup> Selain itu, suhu juga berperan dalam pertumbuhan mikroorganisme karena sebagian besar bakteri patogen termasuk kelompok mesofil yang tumbuh pada kisaran 20–45°C dengan suhu optimum mendekati 37°C.<sup>16</sup>

Rata-rata kelembapan di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang adalah 26%, sehingga tidak memenuhi syarat menurut Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, yaitu 40–60%. Kelembapan yang rendah diduga dipengaruhi oleh kondisi cuaca, udara luar, dan ruang tunggu yang minim ventilasi.<sup>17</sup> Hasil uji Spearman menunjukkan kelembapan memiliki korelasi negatif kuat dengan angka kuman udara ( $r_s = -0,866$ ;  $p = 0,333$ ), tetapi tidak signifikan secara statistik. Arah negatif menunjukkan bahwa peningkatan kelembapan cenderung diikuti penurunan angka kuman udara pada data pengukuran ini. Namun, variasi kelembapan hanya berkisar 26–27% dan jumlah observasi terbatas pada tiga hari, sehingga hasil korelasi perlu ditafsirkan secara hati-hati. Secara umum, kelembapan berperan dalam viabilitas dan aktivitas bioaerosol, tetapi pengaruhnya dapat berbeda menurut jenis mikroba, suhu, komposisi droplet, partikulat, dan sirkulasi udara. Beberapa kajian menunjukkan kelembapan tinggi dapat meningkatkan kelangsungan hidup bakteri dan jamur dalam aerosol maupun partikel udara karena droplet menjadi lebih stabil.<sup>18–20</sup> Namun, hubungan kelembapan dan jumlah kuman udara tidak selalu konsisten karena dipengaruhi oleh suhu, partikulat, sirkulasi udara, serta karakteristik mikroba dominan.<sup>19,21</sup>

Rata-rata pencahayaan di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang adalah 85,6 lux dan belum memenuhi standar Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, yaitu minimal 100 lux. Rendahnya intensitas pencahayaan diduga disebabkan oleh pencahayaan alami yang belum optimal dan tidak tersedianya pencahayaan buatan yang memadai. Pencahayaan alami hanya berasal dari satu sisi dinding kaca, sedangkan sisi lain berupa tembok tanpa jendela, sehingga distribusi cahaya tidak merata. Pencahayaan merupakan faktor fisik yang dapat memengaruhi kualitas udara dalam ruangan karena sinar matahari mengandung ultraviolet yang dapat membantu menekan pertumbuhan mikroorganisme di udara.<sup>5,22–26</sup> Efektivitas pencahayaan alami juga dapat meningkat apabila didukung ventilasi dan sirkulasi udara yang baik.<sup>27–29</sup>

Hasil uji Spearman menunjukkan pencahayaan memiliki korelasi positif sempurna dengan angka kuman udara ( $r_s = 1,000$ ), sedangkan nilai  $p$  tidak tersedia pada output. Temuan ini menunjukkan bahwa pada tiga hari pengukuran, peningkatan pencahayaan cenderung diikuti peningkatan angka kuman udara. Namun, hal tersebut tidak dapat dimaknai sebagai hubungan sebab-akibat karena korelasi

sempurna dapat muncul akibat jumlah observasi yang sangat kecil. Beberapa penelitian juga menunjukkan hubungan pencahayaan dan angka kuman udara tidak selalu signifikan.<sup>30-32</sup> Oleh karena itu, hasil ini diposisikan sebagai temuan eksploratif yang perlu dikonfirmasi melalui penelitian dengan jumlah pengukuran lebih banyak.

Kepadatan hunian di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang tidak memenuhi standar Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, yaitu 9 m<sup>2</sup> per orang. Hasil ini sejalan dengan Nurlaela et al. (2022), yang menunjukkan bahwa kepadatan hunian ruang tunggu tidak memenuhi syarat.<sup>33</sup> Kepadatan hunian perlu diperhatikan karena ruang tunggu digunakan oleh pasien, pendamping, dan petugas dengan mobilitas tinggi. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa kepadatan hunian tinggi atau *overcrowding* berkaitan dengan peningkatan angka kuman udara karena dapat mengurangi efektivitas ventilasi, meningkatkan kontak antarpenghuni, dan memperbesar peluang mikroorganisme tersebar melalui aktivitas manusia.<sup>22,27,33,34</sup> Semakin banyak penghuni dalam ruangan, semakin besar peluang bakteri terbawa dan menyebar ke udara sekitar.<sup>35</sup>

Hasil uji Spearman menunjukkan kepadatan hunian yang dihitung sebagai luas ruang per orang memiliki korelasi negatif sempurna dengan angka kuman udara ( $r_s = -1,000$ ), sedangkan nilai p tidak tersedia pada output. Arah negatif menunjukkan bahwa semakin besar luas ruang per orang, angka kuman udara cenderung semakin rendah; sebaliknya, semakin kecil luas ruang per orang, ruang semakin padat dan angka kuman udara cenderung meningkat. Namun, hasil ini perlu ditafsirkan hati-hati karena hanya didasarkan pada tiga hari pengukuran. Beberapa penelitian juga menunjukkan hubungan kepadatan hunian dan angka kuman udara tidak selalu signifikan karena dipengaruhi konteks lokasi, desain ruangan, sistem ventilasi, dan pengendalian lingkungan.<sup>27,33</sup> Dengan demikian, hasil korelasi lebih tepat diposisikan sebagai penguat deskriptif bahwa pengaturan jumlah pengunjung dan kecukupan luas ruang tunggu penting dalam pengendalian kualitas udara.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa ventilasi ruang tunggu Puskesmas Tampapadang tidak memenuhi standar Permenkes No. 1077/Menkes/Per/VI/2011, yaitu minimal 10% dari luas lantai. Temuan ini berbeda dengan Savanti et al. (2019), yang menemukan ventilasi memenuhi syarat sebesar 20% dari luas lantai.<sup>36</sup> Ventilasi yang tidak memenuhi syarat perlu diperhatikan karena ruang tunggu dengan mobilitas tinggi membutuhkan pertukaran udara yang memadai untuk mengurangi akumulasi polutan, partikel, dan mikroorganisme. Ventilasi berperan menurunkan konsentrasi kuman atau bioaerosol melalui pertukaran udara dan pengenceran kontaminan. Ventilasi yang memadai, seperti luas bukaan cukup, ventilasi silang, atau peningkatan area bukaan, dilaporkan berkaitan dengan penurunan angka kuman udara dan risiko penyakit saluran pernapasan seperti ISPA dan TB paru.<sup>25,31,34,37,38</sup>

Pengaruh ventilasi dapat bervariasi karena dipengaruhi ukuran sampel, desain studi, suhu, kelembapan, kepadatan hunian, sumber polutan luar, karakteristik bangunan, sistem HVAC, dan paparan sinar matahari.<sup>4,19,33,39</sup> Ventilasi yang buruk dapat menyebabkan polutan dan partikel biologis terperangkap lebih lama, sehingga meningkatkan risiko gejala *Sick Building Syndrome* seperti batuk, hidung tersumbat, iritasi mata, gatal pada kulit, dan gangguan pernapasan.<sup>40</sup> Kondisi ventilasi, kepadatan

hunian, suhu, dan kelembapan perlu diperhatikan karena faktor lingkungan fisik tersebut dapat berperan dalam dinamika penularan penyakit berbasis udara termasuk tuberkulosis.<sup>41</sup> Oleh karena itu, ventilasi ruang tunggu perlu diperbaiki melalui penambahan ventilasi alami maupun mekanis, seperti kipas angin, pendingin ruangan, atau *exhaust fan*, agar pertukaran udara menjadi lebih baik.

Rata-rata angka kuman udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang adalah 90 CFU/m<sup>3</sup> dan masih memenuhi syarat berdasarkan Permenkes RI No. 2 Tahun 2023, yaitu maksimal 180 CFU/m<sup>3</sup>. Hasil ini berbeda dengan Islam et al. (2022), yang menemukan angka kuman udara ruang tunggu puskesmas mencapai 258 CFU/m<sup>3</sup> dan 513 CFU/m<sup>3</sup> sehingga tidak memenuhi syarat.<sup>11</sup> Perbedaan ini dapat dipengaruhi variasi suhu, kelembapan, pencahayaan, ventilasi, kepadatan hunian, dan aktivitas penghuni ruang.<sup>10,22,24,29,42</sup> Dari aspek kesehatan masyarakat, kuman udara tetap perlu dikendalikan karena dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan pada kelompok rentan, seperti pasien, anak-anak, lansia, dan individu dengan penurunan daya tahan tubuh. Kualitas udara dalam ruangan yang buruk berkaitan dengan risiko infeksi saluran pernapasan, infeksi nosokomial, gejala *Sick Building Syndrome*, gangguan pernapasan, dan dampak jangka panjang terhadap kesehatan paru-paru.<sup>39,40,43</sup>

Secara keseluruhan, angka kuman udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang masih memenuhi baku mutu, tetapi sebagian besar parameter fisik lingkungan, yaitu suhu, kelembapan, pencahayaan, ventilasi, dan kepadatan hunian, belum memenuhi syarat. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas mikrobiologis udara pada saat pengukuran masih berada dalam batas aman, namun kondisi fisik ruang tunggu belum optimal dan berpotensi menurunkan kualitas udara apabila jumlah kunjungan meningkat atau aktivitas pelayanan berlangsung padat. Oleh karena itu, diperlukan pengendalian lingkungan melalui perbaikan ventilasi alami maupun mekanis, pengaturan jumlah pengunjung, penyediaan area tunggu yang lebih memadai, serta pemantauan kualitas udara secara berkala. Selain itu, puskesmas dapat mempertimbangkan penerapan sistem antrean yang lebih teratur dan *triage* awal di luar ruangan atau pada area terbuka untuk mengurangi kepadatan serta beban paparan di ruang tunggu. Upaya tersebut penting untuk menciptakan lingkungan pelayanan yang lebih sehat, nyaman, dan aman bagi pasien, pengunjung, maupun tenaga kesehatan.

Penelitian ini memiliki keterbatasan karena pengambilan sampel hanya dilakukan selama tiga hari pada satu waktu pengukuran, yaitu pukul 10.00 WITA, sehingga belum dapat menggambarkan fluktuasi angka kuman udara pada waktu berbeda, hari pelayanan khusus, maupun perubahan antarmusim. Meskipun demikian, waktu tersebut dipilih karena merupakan periode pelayanan aktif ketika ruang tunggu mulai dipadati pengunjung. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengambilan sampel dengan frekuensi lebih banyak, variasi waktu pengukuran, dan mempertimbangkan pola kunjungan pasien agar gambaran kualitas mikrobiologis udara menjadi lebih komprehensif.

## KESIMPULAN & SARAN

Rata-rata angka kuman udara di ruang tunggu Puskesmas Tampapadang, Kecamatan Kalukku, Tahun 2025 adalah 90 CFU/m<sup>3</sup> dan masih memenuhi syarat berdasarkan standar yang berlaku.

Meskipun demikian, sebagian besar parameter fisik lingkungan, meliputi suhu, kelembapan, pencahayaan, ventilasi, dan kepadatan hunian, belum memenuhi syarat. Temuan ini menunjukkan bahwa kualitas mikrobiologis udara pada saat pengukuran masih tergolong aman, tetapi kondisi fisik ruang tunggu belum optimal dan berpotensi memengaruhi kualitas udara dalam ruangan, terutama pada kondisi kunjungan yang padat. Puskesmas disarankan melakukan pemantauan kualitas udara secara berkala, memperbaiki sistem ventilasi alami maupun mekanis, meningkatkan pencahayaan ruang, serta mengatur jumlah pengunjung di ruang tunggu agar tidak melebihi kapasitas ideal. Masyarakat juga dianjurkan tetap menggunakan masker saat berkunjung ke puskesmas, terutama bagi pasien dengan gejala gangguan pernapasan atau kelompok rentan. Penelitian selanjutnya disarankan melakukan pengukuran dengan jumlah hari dan variasi waktu yang lebih banyak, serta mengidentifikasi jenis bakteri patogen di udara agar gambaran kualitas mikrobiologis ruang tunggu menjadi lebih komprehensif.

## REFERENSI

1. Sulistya AD, Suhartono S, Dharminto D. Studi tentang Angka Kuman Udara di Ruang Operasi RSUD Tugurejo Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2017;5(5):451–461. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jkm/article/view/19167>
2. Chawla H, Anand P, Garg K, Bhagat N, Varmani SG, Bansal T, et al. A Comprehensive Review of Microbial Contamination in the Indoor Environment: Sources, Sampling, Health Risks, and Mitigation Strategies. *Frontiers Public Health*. 2023 Nov 23;11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1285393>
3. Tran V Van, Park D, Lee YC. Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2020;17(8):2927. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082927>
4. Kumar P, Kausar MA, Singh AB, Singh R. Biological Contaminants in The Indoor Air Environment and Their Impacts on Human Health. *Air Quality, Atmosphere & Health*. 2021;14(11):1723–1736. <https://link.springer.com/10.1007/s11869-021-00978-z>
5. Widodo K, Cahyono T. Pemeriksaan Angka Kuman Udara Ruang di Salah Satu Puskesmas di Kabupaten Banyumas Tahun 2022. *Buletin Keslingmas*. 2023;42(1):52–58. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v42i1.9699>
6. Handayani E. Analisis Risiko Mikrobiologi Udara dalam Ruang pada Puskesmas di Kota Semarang. Universitas Diponegoro Semarang; 2020. [https://arpusda.semarangkota.go.id/uploads/data\\_karya\\_ilmiah/20210728130905-2021-07-28data\\_karya\\_ilmiah130456.pdf](https://arpusda.semarangkota.go.id/uploads/data_karya_ilmiah/20210728130905-2021-07-28data_karya_ilmiah130456.pdf)
7. Alamer A, Alharbi F, Aldhilan A, Almushayti Z, Alghofaily K, Elbehiry A, et al. Healthcare-Associated Infections (HAIs): Challenges and Measures Taken by the Radiology Department to Control Infection Transmission. *Vaccines*. 2022;10(12):2060. <https://doi.org/10.3390/vaccines10122060>
8. World Health Organization. High-level Messaging on The HAI and AMR Burden. 2025. <https://www.who.int/campaigns/world-hand-hygiene-day/key-facts-and-figures>
9. Balasubramanian R, Van Boeckel TP, Carmeli Y, Cosgrove S, Laxminarayan R. Global Incidence in Hospital-Associated Infections Resistant to Antibiotics: an Analysis of Point Prevalence Surveys From 99 Countries. *PLOS Medicine*. 2023;20(6):e1004178. <https://doi.org/10.1371/journal.pmed.1004178>
10. Ginting DB, Santosa I, Trigunarso SI. Pengaruh Suhu, Kelembaban dan Kecepatan Angin Air

- Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan. *Jurnal Analis Kesehatan*. 2022;11(1):44. <https://doi.org/10.26630/jak.v11i1.3183>
11. Islam F, Ahmad H, Askur. Jumlah Bakteri pada Udara Ruang Tunggu Puskesmas. *Jurnal Kesehatan Komunitas*. 2022;8(2):314–321. <https://doi.org/10.25311/keskom.Vol8.Iss2.1109>
  12. Rahayu EP, Saam Z, Sukendi S, Afandi D. Kualitas Udara dalam Ruang Rawat Inap di Rumah Sakit Swasta Tipe C Kota Pekanbaru Ditinjau dari Kualitas Fisik. *Dinamika Lingkungan Indonesia*. 2019;6(1):55. <https://dli.ejournal.unri.ac.id/index.php/DL/article/view/7203>
  13. Mayasari A, Zulkarnain, Agrina. Analisis Lingkungan Fisik Udara Terhadap Angka Kuman Udara di Rumah Sakit. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 2020;13(1):81–89. <https://jil.ejournal.unri.ac.id/index.php/JIL/article/view/7905>
  14. Sriatmi A, Yoga Pramana LD. Faktor Lingkungan Fisik dan Dimensi Tangibles Pelayanan Terhadap Niat Kunjungan Ulang ke Puskesmas di Kabupaten Demak. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. 2022;21(2):235–244. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.2.235-244>
  15. Rifa Imtinan Sode Ali N. Pengaruh Kualitas Pelayanan dan Lingkungan Fisik (Healthscape) terhadap Kepuasan Pasien Rawat Inap RSUP dr. Tadjuddin Chalid Makassar Tahun 2023. *Journal of Aafiyah Health Research*. 2024;5(1):16–29. <https://www.pasca-umi.ac.id/index.php/jahr/article/view/1572>
  16. Aini Q. Pengaruh Suhu dan Waktu Pemanasan Terhadap Viabilitas dan Profil Protein Isolat *Staphylococcus* Sebagai bahan Vaksin. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang; 2015. <http://etheses.uin-malang.ac.id/3227/1/11640022.pdf>
  17. Dewi WC, Raharjo M, Wahyuningsih NE. Literatur Review: Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang dengan Gangguan Kesehatan pada Pekerja. *An-Nadaa Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 2021 Jun 30;8(1):88. <https://dx.doi.org/10.31602/ann.v8i1.4815>
  18. Myung H, Joung YS. Contribution of Particulates to Airborne Disease Transmission and Severity: A Review. *Environmental Science & Technology*. 2024;58(16):6846–6867. <https://doi.org/10.1021/acs.est.3c08835>
  19. Rai S, Singh DK, Kumar A. Microbial, Environmental and Anthropogenic Factors Influencing the Indoor Microbiome of the Built Environment. *Journal of Basic Microbiology*. 2021;61(4):267–292. <https://doi.org/10.1002/jobm.202000575>
  20. Chen X, Kumari D, Achal V. A Review on Airborne Microbes: The Characteristics of Sources, Pathogenicity and Geography. *Atmosphere*. 2020;11(9):919. <https://doi.org/10.3390/atmos11090919>
  21. Andriana Y, Widodo ADW, Endraswari PD. A Correlation between the Number of Airborne Bacteria and Fungi using the Settle Plate Method with Temperature and Relative Humidity at the Clinical Microbiology Laboratory of Dr. Soetomo Regional General Hospital Surabaya, Indonesia. *Journal of Pure and Applied Microbiology*. 2023;17(2):942–950. <https://doi.org/10.22207/JPAM.17.2.24>
  22. Pala'langan Y, Islam F, Hairuddin MC. Kualitas Mikrobiologi Udara di Ruang Perawatan Rumah Sakit. *Banua: Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2023;3(1):7–14. <https://doi.org/10.33860/bjkl.v3i1.2407>
  23. Pratiwi M, Hidayat, Gafur A. Studi Kualitas Bakteriologis Udara di Rumah Sakit Islam Faisal Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*. 2024;5(1):176–186. <https://doi.org/10.33096/woph.v5i1.1104>
  24. Apriyani A, Wijayanti PEH, Habibi M. Pencahayaan, Suhu dan Indeks Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Rumah Sakit TK. IV Samarinda. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES"*. 2020;11(2):157-159. <http://dx.doi.org/10.33846/sf11211>
  25. Fatma F, Ramadhani R. Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Berdasarkan Hari dalam Ruangan di Puskesmas Guguk Panjang. *Human Care Journal*. 2020;5(3):777. <https://doi.org/10.32883/hcj.v5i3.828>
  26. Gumiyarna H. Hubungan Suhu, Kelembapan, dan Pencahayaan Ruangan dengan Mikroba Udara di

- Ruang Perawatan Rehabilitasi Instansi Pemerintah dan Komponen Masyarakat di Lingkungan BNN Kota Cimahi. *Jurnal Kesehatan Kartika*. 2021;16(2):50-54. <https://doi.org/10.26874/jkkes.v16i2.171>
27. Firjatullah MAM, Anggraeni S, Ishak NI. Analisis Lingkungan Fisik Udara dan Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Inap Kelas III Rsud Ratu Zalecha Martapura Tahun 2022. *Media Publikasi Promosi Kesehatan Indonesia*. 2022;5(12):1653–1658. <https://doi.org/10.56338/mppki.v5i12.2727>
  28. Zulfa L, Hidayat H, Syam N. Kondisi Ruangan dengan Kadar Bakteriologis Udara dalam Rawat Inap RSUP Dr. Tadjuddin Chalid Makassar. *Window of Public Health Journal*. 2022;1528–1539. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i5.716>
  29. Kanan M, Intari LD, Bambang D. Analisis Kesehatan Udara di Rumah Sakit Umum Daerah Banggai Kabupaten Banggai Laut. *Jurnal Kesmas Untika Luwuk: Public Health Journal*. 2023;14(1):31–40. <https://doi.org/10.51888/phj.v14i1.173>
  30. Yuliarti OA, Cahyono T, Mulyasari TM. Faktor yang Berhubungan dengan Angka Kuman Udara di SD Negeri Kecamatan Baturraden. *Buletin Keslingmas*. 2020;39(1):13–22. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i1.4537>
  31. Harizon H, Azzahri Isnaeni LM, Lestari RR. Hubungan Kesehatan Lingkungan Rumah terhadap Kejadian TB Paru di UPT BLUD Puskesmas Tambang. *Jurnal Kesehatan Tambusai*. 2021;2(4):119–128. <https://doi.org/10.31004/jkt.v2i4.2767>
  32. Sikumbang RH, Eyanoe PC, Siregar NP. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Kejadian TB Paru pada Usia Produktif di Wilayah Kerja Puskesmas Tegal Sari Kecamatan Medan Denai. *Ibnu Sina: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan - Fakultas Kedokteran Universitas Islam Sumatera Utara*. 2022;21(1):32–43. <https://doi.org/10.30743/ibnusina.v21i1.196>
  33. Nurlaela N, Rudijanto H, Yulianto Y. Faktor Lingkungan Fisik yang Berhubungan dengan Angka Kuman Udara di UPTD Puskesmas Bojongsari Kabupaten Purbalingga Tahun 2022. *Buletin Keslingmas*. 2022;41(2):92–99. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v41i2.8691>
  34. Hidayanti R. Analisis Kualitas Rumah dengan Kejadian Tuberkulosis di Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Global*. 2021;4(3):127–134. <https://doi.org/10.33085/jkg.v4i3.4902>
  35. Vindrahapsari RT. Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri Udara pada Ruangan AC dan Non AC di Sekolah Dasar. Universitas Muhammadiyah Semarang; 2016. [http://repository.unimus.ac.id/51/1/FULLTEXT\\_1.pdf](http://repository.unimus.ac.id/51/1/FULLTEXT_1.pdf)
  36. Savanti F, Hardiman G, Setyowati E. Pengaruh Ventilasi Alami Terhadap *Sick Building Syndrome*. *ARSITEKTURA: Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan*. 2019;17(2):211-220. <https://doi.org/10.20961/arst.v17i2.30440>
  37. Rosyid MR, Sakufa M A. Hubungan Kondisi Fisik Rumah dan Kebiasaan Merokok dengan Kejadian *Tuberculosis* di Wilayah Kerja Puskesmas Banjarejo Kota Madiun. *Jurnal Ilmu Kesehatan*. 2023;11(2):76-94. <https://doi.org/10.32831/jik.v11i2.457>
  38. Syahri A, Nanda M. Hubungan Faktor Risiko Lingkungan Fisik Rumah dan Perilaku Kesehatan dengan Kejadian TB Paru di Wilayah Kerja UPT Puskesmas Bandar Khalifah Deli Serdang. *El-Mujtama Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 2023;4(2):1226–1239. <https://doi.org/10.47467/elmujtama.v4i2.5055>
  39. Birawida AB, Daud A, Ibrahim E, Sila N, Khaer A. Faktor Risiko Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut Ditinjau dari Kondisi Lingkungan Fisik pada Masyarakat di Kepulauan Spermonde: Penelitian Observasional. *Health Information: Jurnal Penelitian*. 2023;15(1):67-77. <https://doi.org/10.36990/hijp.v15i1.820>
  40. Hefnita H, Budiyo B, Suhartono S. Hubungan Antara Kualitas Udara dengan Gejala *Sick Building Syndrome*, Bagaimana Penanggulangannya?: Literature Review. *Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung*. 2023;15(2):528–540. <https://doi.org/10.34011/juriskesbdg.v15i2.2395>
  41. Islam F, Ahmad H, Akbar F, Khaer A, Suryadi I, Syukri M, et al. Spatio-Temporal Analysis of Tuberculosis Clusters in a Region of Topographic Diversity: A Case Study from West Sulawesi Province, Indonesia. *Journal of Public Health Pharmacy*. 2025;5(2):383–393.

<https://doi.org/10.56338/jphp.v5i2.6762>

42. Minarno B, Peristiwati Y. Pengaruh Perubahan Suhu dan Tekanan Udara terhadap Jumlah Koloni Kuman pada Ruang Kamar Operasi RSUD Dr. Soetomo Surabaya. *Jurnal Imejing Diagnostik (JImeD)*. 2022;8(2):94–99.  
<https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id/ojs/index.php/jimed/article/view/8215>
43. Larasati DN, Wahyuningsih AS. Faktor yang Berhubungan dengan Gejala Sick Building Syndrome. *Indonesian Journal of Public Health and Nutrition*. 2023;3(2):159–168.  
<https://doi.org/10.15294/ijphn.v3i2.61570>