

STUDI PERBANDINGAN BAKTERI UDARA SEBELUM DAN SESUDAH JAM BERKUNJUNG DI RUANG RAWAT INAP RSUD BULUKUMBA

¹Nurul Adhya, ²Aan Yulianingsih, ^{3*}Islawati, ⁴Haerati

^{1,4}DIII Analis Kesehatan, Stikes Panrita Husada Bulukumba, Indonesia

²DIII Teknologi laboratorium Medik, Poltekkes Kemenkes Ternate

³Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Negeri Makassar, Indonesia

Indonesia **Corresponding Author:** Nama penulis islawati@unm.ac.id

ARTICLE INFO

Kata Kunci: bakteri udara,
infeksi nosokomial, ruang
rawat inap, jam kunjungan,
kontrol lingkungan

Received : 17, Agustus 2025

Revised : 20, Agustus 2025

Accepted: 23, Agustus 2025

©2022The Author(s): This is an
open-access article distributed under
the terms of the [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)
[Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/).

ABSTRAK

Ruang rawat inap rumah sakit berisiko tinggi terhadap penyebaran bakteri udara yang dapat memicu infeksi nosokomial, khususnya setelah aktivitas kunjungan. Penelitian ini bertujuan membandingkan jumlah total bakteri udara sebelum dan sesudah jam berkunjung di ruang rawat inap kelas VIP, I, II, dan III di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba. Penelitian bersifat eksperimental laboratorik dengan metode purposive sampling menggunakan media nutrisi agar dan inkubasi selama 2×24 jam pada suhu 37°C . Hasil menunjukkan adanya peningkatan rata-rata jumlah bakteri udara sebesar 494,48 CFU/m³ (12,47%) setelah jam berkunjung. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas kunjungan berdampak terhadap peningkatan jumlah total bakteri udara, sehingga pengendalian lingkungan sangat diperlukan untuk mencegah infeksi silang.

PENDAHULUAN

Udara merupakan salah satu media utama penularan penyakit infeksi di fasilitas pelayanan kesehatan, terutama di ruang rawat inap yang padat aktivitas. Lingkungan rumah sakit menyediakan kondisi ideal bagi penyebaran mikroorganisme, baik melalui kontak langsung, peralatan medis, maupun lewat partikel udara yang mengandung agen infeksius. Di ruang perawatan, pasien yang sakit, tenaga medis yang aktif, dan pengunjung yang datang secara bergantian menjadi sumber potensial kontaminasi udara oleh bakteri dan partikel biologis lainnya. Beban mikrobiologis di udara sering kali luput dari pengawasan meskipun memiliki dampak besar terhadap kesehatan pasien rawat inap (Dancer, 2014).

Peningkatan kasus infeksi nosokomial atau infeksi yang didapat selama masa perawatan di rumah sakit banyak dikaitkan dengan buruknya kualitas udara dalam ruang rawat inap. Salah satu indikator penting dalam menilai kebersihan udara adalah jumlah total bakteri udara atau total airborne bacterial count. World Health Organization (WHO) menetapkan bahwa jumlah bakteri di udara ruang pelayanan kesehatan tidak boleh melebihi 500 koloni per meter kubik udara (CFU/m³) (WHO, 2009). Jika ambang batas ini terlampaui, maka risiko terjadinya penularan silang melalui udara akan meningkat secara signifikan.

Aktivitas pengunjung selama jam kunjungan merupakan salah satu faktor utama yang memicu lonjakan jumlah bakteri di udara. Kehadiran pengunjung menambah kepadatan dalam ruangan dan memperbesar kemungkinan kontaminasi melalui aerosol yang dihasilkan dari percakapan, batuk, atau interaksi fisik. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri di udara meningkat signifikan setelah jam kunjungan, khususnya di ruang perawatan kelas II dan III yang memiliki kapasitas pasien lebih banyak dan ventilasi yang terbatas (Rahman et al., 2019; Lestari & Wijayanti, 2022). Dengan demikian, hubungan antara aktivitas kunjungan dan kualitas udara perlu diteliti lebih jauh.

Di Indonesia, standar teknis untuk rumah sakit mengacu pada Keputusan Menteri Kesehatan No. 1204/MENKES/SK/X/2004 yang menetapkan batasan kontaminasi udara termasuk parameter jumlah bakteri. Namun, penerapan pengawasan kualitas udara sering kali belum merata di seluruh rumah sakit, khususnya rumah sakit tipe B di daerah. Celah dalam pemantauan kualitas udara ini dapat menimbulkan risiko serius bagi pasien, terutama yang memiliki kondisi imunitas rendah atau rentan terhadap infeksi. Penelitian lokal sangat diperlukan untuk mengevaluasi apakah praktik kunjungan pasien berdampak terhadap kualitas udara secara signifikan.

Sebagian besar penelitian sebelumnya fokus pada kualitas udara di ruang operasi atau ruang isolasi infeksi, sementara kajian terhadap ruang rawat inap berdasarkan kelas layanan masih terbatas. Padahal, perbedaan desain ruangan, kapasitas tempat tidur, dan sistem ventilasi antar kelas perawatan dapat memengaruhi jumlah bakteri yang terkandung dalam udara. Misalnya, ruang VIP umumnya memiliki sirkulasi udara lebih baik dan jumlah pengunjung lebih terbatas

dibandingkan dengan ruang kelas III yang sering kali padat dan memiliki ventilasi terbuka (Putri & Zulfikar, 2023). Hal ini menjadikan kelas ruang rawat sebagai variabel penting dalam evaluasi kualitas udara.

Kondisi ini mendorong pentingnya studi yang mengkaji secara langsung perbedaan jumlah bakteri udara sebelum dan sesudah jam kunjungan pada berbagai kelas ruang rawat inap. Kajian semacam ini dapat membantu manajemen rumah sakit dalam mengambil keputusan berbasis bukti mengenai pengaturan jam kunjungan, desain sirkulasi udara, serta program sterilisasi ruang. Selain itu, pemahaman terhadap distribusi bakteri udara menurut waktu dan kelas perawatan juga memberikan wawasan baru bagi pengembangan kebijakan pengendalian infeksi yang lebih adaptif dan kontekstual.

Di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba, peningkatan kasus infeksi nosokomial pada periode 2016–2017 menimbulkan kekhawatiran terhadap kebersihan lingkungan, termasuk kualitas udara di ruang rawat inap. Belum adanya kajian yang mengukur jumlah bakteri udara secara sistematis sebelum dan sesudah jam kunjungan menjadikan topik ini relevan untuk diteliti. Rumah sakit ini mewakili tipe fasilitas layanan kesehatan tingkat menengah di daerah yang menjadi rujukan masyarakat luas, sehingga hasil penelitiannya dapat digunakan untuk pembenahan sistem pelayanan secara lebih luas.

Penelitian ini juga berkontribusi dalam memperkuat literatur tentang hubungan antara aktivitas manusia dan beban bakteriologis udara di rumah sakit. Dengan pendekatan laboratorik dan analisis komparatif berdasarkan waktu serta kelas ruang rawat, penelitian ini memberikan data empiris yang dapat digunakan untuk memperkaya teori tentang infeksi nosokomial berbasis udara. Hasilnya diharapkan tidak hanya bermanfaat secara lokal, tetapi juga dapat dibandingkan dengan studi sejenis di wilayah lain untuk menemukan pola yang lebih luas.

Dari sisi metodologis, penelitian ini menawarkan keunikan melalui kombinasi antara pengambilan sampel di ruang perawatan nyata, analisis berdasarkan kelas ruang, serta pendekatan kuantitatif yang menghasilkan data terukur. Kontribusi ini penting dalam membangun basis bukti yang kuat bagi pengambilan keputusan rumah sakit, khususnya dalam pengelolaan kualitas lingkungan perawatan pasien. Penelitian ini juga dapat menjadi titik awal bagi kajian lanjutan yang mengaitkan kontaminasi udara dengan angka kejadian infeksi nosokomial secara langsung.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perbandingan jumlah total bakteri udara sebelum dan sesudah jam berkunjung pada ruang rawat inap kelas VIP, I, II, dan III di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba, guna mengevaluasi pengaruh aktivitas kunjungan terhadap kualitas mikrobiologis udara dalam ruang perawatan.

METODOLOGI

Penelitian ini menggunakan desain eksperimen laboratorik untuk mengevaluasi perbedaan jumlah total bakteri udara sebelum dan sesudah jam berkunjung di ruang

rawat inap rumah sakit. Desain eksperimen dipilih karena memungkinkan peneliti mengamati gejala atau pengaruh dari suatu perlakuan, dalam hal ini adalah aktivitas kunjungan pasien, terhadap perubahan kondisi mikrobiologis udara (Notoatmodjo, 2010). Desain ini cocok digunakan untuk menilai dampak aktivitas manusia terhadap parameter lingkungan yang dapat diukur secara kuantitatif.

Populasi dalam penelitian ini mencakup seluruh ruang rawat inap kelas VIP, I, II, dan III di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba, yang berjumlah 49 ruangan. Sampel yang digunakan terdiri dari 8 ruang rawat inap yang dipilih secara purposif, yaitu 2 ruang dari masing-masing kelas perawatan: VIP, I, II, dan III. Teknik purposive sampling digunakan dengan pertimbangan bahwa ruangan yang dipilih mewakili karakteristik kelas yang berbeda dari segi kapasitas, sistem ventilasi, dan volume aktivitas. Teknik ini umum digunakan dalam penelitian eksperimen berbasis pengamatan lingkungan (Sugiyono, 2018).

Instrumen penelitian meliputi alat pengambilan sampel dan perlengkapan laboratorium seperti cawan petri, inkubator, autoklaf, spidol, hotplate, termos es, gelas kimia, batang pengaduk, neraca analitik, dan hand tally counter untuk menghitung koloni. Bahan penelitian meliputi media Nutrien Agar (NA), akuades, masker, sarung tangan (handscoon), tisu steril, dan sampel udara dari masing-masing ruang rawat inap. Sampel udara diambil sebanyak dua kali pada tiap ruang: sebelum jam berkunjung dan setelah jam berkunjung.

Tahapan kerja dibagi menjadi tiga fase: pra-analitik, analitik, dan pasca-analitik. Pada fase pra-analitik, pembuatan media NA dilakukan dengan melarutkan 7,36 gram serbuk media dalam 320 ml akuades (untuk 16 cawan petri), kemudian dipanaskan hingga mendidih dan disterilisasi menggunakan autoklaf pada suhu 121°C dengan tekanan 1–2 atm selama 15 menit. Setelah media didinginkan hingga suhu 40–45°C, dituangkan ke dalam cawan petri dan disimpan pada suhu 4°C sebelum digunakan.

Pengambilan sampel dilakukan dengan metode sedimentasi pasif. Cawan petri yang telah berisi media NA dibuka selama 30 menit dan diletakkan di tengah ruangan rawat inap pada posisi ± 1 meter dari lantai dan ± 1 meter dari dinding. Sampel diambil sebanyak dua kali untuk masing-masing ruang: sebelum dan sesudah jam kunjungan. Setelah proses pengambilan, cawan petri ditutup, disimpan dalam termos es, dan dibawa ke laboratorium untuk dianalisis lebih lanjut.

Cawan petri yang telah terpapar udara ruang rawat diinokulasi secara pasif dan diinkubasi dalam keadaan terbalik pada suhu 37°C selama 2×24 jam. Setelah masa inkubasi, koloni bakteri yang tumbuh pada permukaan media dihitung menggunakan hand tally counter. Semua jenis koloni yang terlihat—besar, kecil, atau menjalar—dihitung sebagai satu koloni jika berasal dari satu titik pertumbuhan, untuk menghindari perhitungan ganda. Jumlah koloni dihitung secara manual dan dikonversi ke dalam satuan CFU/m³ (Colony Forming Unit per meter kubik) dengan menggunakan rumus konversi sesuai standar Permenkes, yaitu:

$$\text{Jumlah koloni (CFU)} \times 35,32 = \text{total CFU/m}^3$$

Angka konversi 35,32 berasal dari rumus konversi volume udara yang diendapkan selama 30 menit dalam metode sedimentasi statis.

Penelitian ini tidak melibatkan subjek manusia secara langsung dan tidak menimbulkan risiko biologis atau psikologis. Namun, pengambilan data dilakukan dengan izin resmi dari pihak RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba dan disetujui oleh institusi pendidikan peneliti (STIKES Panrita Husada Bulukumba). Semua prosedur telah dijalankan dengan tetap mematuhi protokol keamanan lingkungan dan keselamatan kerja laboratorium.

Seluruh data hasil penghitungan koloni tersedia dalam format digital dan dapat diperoleh melalui penulis korespondensi. Data tidak disimpan dalam repositori publik karena bersifat terbatas dan kontekstual terhadap lokasi penelitian, namun dapat diberikan atas permintaan tertulis. Tidak terdapat kode komputer yang digunakan dalam analisis ini karena seluruh pengolahan data dilakukan secara manual.

Penelitian ini dirancang agar dapat direplikasi oleh peneliti lain di lokasi dan kondisi serupa, dengan standar operasional prosedur yang sama. Protokol kerja tersedia dalam bentuk dokumen rinci jika dibutuhkan untuk pengembangan metode lanjutan atau validasi eksternal.

HASIL PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan jumlah total bakteri udara sebelum dan sesudah jam berkunjung di ruang rawat inap kelas VIP, I, II, dan III di RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba. Data diperoleh melalui perhitungan jumlah koloni bakteri pada media Nutrien Agar (NA) yang diletakkan dalam ruangan selama 30 menit sebelum dan sesudah jam kunjungan, kemudian dikonversi ke dalam satuan CFU/m³. Temuan awal menunjukkan adanya variasi jumlah koloni bakteri yang signifikan antar ruang rawat inap yang diamati. **Tabel.1** menyajikan selisih jumlah total bakteri udara (CFU/m³) sebelum dan sesudah jam berkunjung pada masing-masing sampel ruangan yang dikodekan dari A hingga H. Perbedaan paling tinggi terjadi pada sampel G (kelas III) dengan peningkatan sebesar 1342,16 CFU/m³ (33,93%), diikuti oleh sampel H sebesar 1094,92 CFU/m³ (27,68%). Sementara itu, penurunan jumlah bakteri justru terjadi pada sampel D sebesar -105,96 CFU/m³ (-2,68%).

Tabel. 1 Selisih Jumlah Total Bakteri Udara Sebelum dan Sesudah Jam Berkunjung per Sampel Ruangan

Kode Sampel	Selisih Jumlah Bakteri (CFU/m ³)	Persentase (%)
G	1342,16	33,93
H	1094,92	27,68
F	741,72	18,75
E	317,88	8,04
B	211,92	5,36
A	176,60	4,46

C	176,60	4,46
D	-105,96	-2,68

Data pada Tabel 4.1 menunjukkan bahwa sebagian besar ruang rawat inap mengalami peningkatan signifikan jumlah bakteri udara setelah jam berkunjung. Kenaikan tertinggi ditemukan pada ruang kelas III, yang umumnya memiliki kepadatan pasien lebih tinggi. Untuk memperkuat temuan tersebut, **Tabel. 2** menunjukkan jumlah pasien per kelas ruang rawat inap yang berkontribusi terhadap tingginya beban bakteri di udara.

Tabel. 2 Jumlah Pasien di Setiap Kelas Ruang Rawat Inap

Kelas Ruangan	Jumlah Pasien	Tempat Tidur Kosong
Kelas III	6	2
Kelas II	3	-
Kelas I	2	-
VIP	1	-

Berdasarkan Tabel. 2, ruang kelas III memiliki jumlah pasien terbanyak, yang memungkinkan terjadinya aktivitas fisik lebih tinggi, peningkatan kelembapan, dan pergerakan udara yang membawa partikel bakteri lebih banyak. Sebaliknya, ruang VIP dengan hanya satu pasien menunjukkan tingkat kontaminasi udara yang lebih rendah.

Temuan ini memberikan indikasi awal bahwa jumlah bakteri udara sangat dipengaruhi oleh jumlah orang dalam ruangan dan aktivitas kunjungan. Perbedaan signifikan ini menjadi landasan penting bagi evaluasi kebijakan jam berkunjung dan pengelolaan ventilasi udara di ruang rawat inap rumah sakit.

PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan adanya peningkatan signifikan jumlah total bakteri udara setelah jam berkunjung di ruang rawat inap RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba, terutama pada kelas III yang memiliki jumlah pasien lebih banyak dibanding kelas lainnya. Temuan ini menegaskan bahwa aktivitas manusia, termasuk kunjungan pasien, berkontribusi besar terhadap kontaminasi udara dalam ruangan. Aktivitas seperti berjalan, berbicara, batuk, atau membuka pintu menciptakan aliran udara yang membawa partikel mikroskopik, termasuk bakteri, ke lingkungan sekitar. Menurut Bartram dan Balance (1996), partikel mikroba di udara dapat berasal dari permukaan kulit, saluran pernapasan, pakaian, maupun alat medis yang terkontaminasi, dan keberadaannya meningkat drastis seiring meningkatnya jumlah orang dalam ruangan tertutup.

Kondisi ini sejalan dengan pernyataan WHO (2017) bahwa ruangan dengan ventilasi buruk dan lalu lintas tinggi sangat rentan terhadap akumulasi bioaerosol yang mengandung bakteri patogen. Penelitian Leclerc et al. (2001) juga menguatkan bahwa lingkungan rumah sakit menjadi sumber utama penyebaran mikroorganisme, terutama saat prosedur pengendalian lingkungan tidak dilakukan secara optimal. Oleh karena itu, perbedaan jumlah bakteri antara sebelum dan sesudah jam kunjungan dalam

penelitian ini dapat dimaknai sebagai indikator perlunya perbaikan sistem manajemen kunjungan dan ventilasi ruangan. Dalam konteks infeksi nosokomial, hal ini menjadi sangat relevan mengingat udara merupakan salah satu medium penularan yang tidak disadari namun sangat efektif.

Beberapa studi sebelumnya menunjukkan kecenderungan serupa. Suryani et al. (2024) mencatat bahwa peningkatan bakteriologis udara rumah sakit terjadi seiring dengan tingginya kepadatan ruangan dan aktivitas kunjungan yang tidak terkontrol. Bahkan Mariotta dan Gravani (2006) menekankan bahwa risiko infeksi dari udara lebih tinggi pada area dengan kebersihan personal yang buruk dan kurangnya kebijakan sanitasi yang tepat. Temuan dalam penelitian ini memperkuat asumsi tersebut dan menambahkan bukti empiris dari rumah sakit daerah, yang kerap menjadi lokasi dengan tantangan operasional lebih besar dibandingkan rumah sakit pusat.

Dari segi implementasi, penelitian ini menunjukkan perlunya langkah preventif dalam pengelolaan jam kunjungan pasien. Penerapan pembatasan jumlah pengunjung per waktu, penjadwalan yang lebih ketat, serta peningkatan edukasi kepada pengunjung mengenai protokol kebersihan menjadi tindakan realistis untuk menurunkan potensi kontaminasi udara. Selain itu, penggunaan teknologi seperti penyaring udara (HEPA filter) dan evaluasi sistem ventilasi secara berkala juga dapat menjadi bagian dari intervensi jangka panjang. Dari sisi teoritis, penelitian ini mengafirmasi pentingnya integrasi konsep higiene lingkungan dalam manajemen rumah sakit secara keseluruhan, termasuk sebagai indikator mutu pelayanan.

Meskipun demikian, penelitian ini memiliki keterbatasan, seperti penggunaan metode sedimentasi pasif yang kurang sensitif terhadap partikel mikroba yang sangat ringan. Selain itu, tidak dilakukannya identifikasi spesifik terhadap jenis bakteri yang tumbuh membuat hasil penelitian ini bersifat kuantitatif umum. Jumlah sampel yang terbatas dan tidak adanya pengukuran suhu dan kelembaban ruangan turut menjadi variabel yang belum dipertimbangkan secara menyeluruh. Oleh karena itu, penelitian lanjutan dengan metode sampling aktif seperti air sampler atau impinger, serta pengujian mikrobiologi lanjutan menggunakan media selektif sangat disarankan untuk mendapatkan hasil yang lebih komprehensif.

Sebagai kontribusi, penelitian ini memberikan pemahaman baru mengenai dinamika kontaminasi udara berdasarkan aktivitas kunjungan pasien dalam ruang rawat inap rumah sakit kelas berbeda. Penelitian ini juga memperlihatkan bahwa faktor lingkungan non-klinis dapat memengaruhi keselamatan pasien, sehingga pengelolaan lingkungan harus menjadi bagian integral dalam sistem mutu layanan rumah sakit. Selain menawarkan perspektif lokal yang belum banyak dikaji, hasil ini juga dapat dijadikan dasar dalam penyusunan kebijakan pencegahan infeksi nosokomial berbasis bukti ilmiah.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Penelitian ini menunjukkan adanya peningkatan signifikan jumlah total bakteri udara setelah jam berkunjung di ruang rawat inap kelas VIP, I, II, dan III di RSUD H.

Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba, dengan lonjakan tertinggi terjadi pada ruang kelas III. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivitas kunjungan memiliki pengaruh nyata terhadap kualitas mikrobiologis udara. Oleh karena itu, direkomendasikan penerapan manajemen jam kunjungan yang lebih ketat, peningkatan sistem ventilasi ruangan, serta edukasi kepada pengunjung dan tenaga kesehatan mengenai pentingnya kebersihan lingkungan sebagai langkah preventif untuk menekan risiko infeksi nosokomial yang bersumber dari udara.

PENELITIAN LANJUTAN

Penelitian ini memiliki keterbatasan dalam jumlah sampel, metode pengambilan udara yang bersifat pasif, serta tidak dilakukannya identifikasi bakteri spesifik. Untuk itu, penelitian lanjutan diharapkan dapat menggunakan teknik sampling aktif, menganalisis variabel lingkungan tambahan seperti suhu dan kelembapan, serta melakukan isolasi dan identifikasi jenis bakteri untuk memperoleh gambaran mikrobiologis yang lebih komprehensif.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan dan kontribusi dalam penyelesaian penelitian ini, khususnya kepada manajemen RSUD H. Andi Sulthan Daeng Radja Bulukumba atas izin dan akses penelitian, serta kepada dosen pembimbing dan staf laboratorium atas arahan, bimbingan, dan fasilitas yang telah diberikan selama proses penelitian berlangsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartram, J., & Balance, R. (1996). *Water Quality Monitoring: A Practical Guide to the Design and Implementation of Freshwater Quality Studies and Monitoring Programmes*. United Nations Environment Programme and the World Health Organization.
- Dancer, S. J. (2014). Controlling hospital-acquired infection: Focus on the role of the environment and new technologies. *Journal of Hospital Infection*, 87(1), 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.jhin.2014.02.005>
- Kementerian Kesehatan RI. (2004). Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit. Jakarta: Kemenkes RI.
- Leclerc, H., Mossel, D. A. A., Edberg, S. C., & Struijk, C. B. (2001). Advances in the bacteriology of the coliform group: Their suitability as markers of microbial water safety. *Review of Microbiology*, 55(3), 201–209. [https://doi.org/10.1016/S0723-2020\(01\)80001-6](https://doi.org/10.1016/S0723-2020(01)80001-6)

- Lestari, Y. A., & Wijayanti, S. (2022). Pengaruh aktivitas kunjungan terhadap kualitas udara di ruang perawatan. *Jurnal Kesehatan Komunitas*, 12(1), 77–85.
- Mariotta, G., & Gravani, R. (2006). *Food Safety and Waterborne Illness*. Cornell University Extension.
- Notoatmodjo, S. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Putri, A., & Zulfikar, M. (2023). Bakteri udara di ruang rawat berdasarkan kelas perawatan. *Jurnal Mikrobiologi Terapan*, 5(2), 58–66.
- Rahman, R., et al. (2019). Kontaminasi udara oleh bakteri di lingkungan rumah sakit. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 17(2), 89–96.
- Sugiyono. (2018). *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryani, A., Kusumayati, A., & Hartono, B. (2024). Keberhasilan upaya higiene dan sanitasi air minum dalam meningkatkan kualitas bakteriologis air minum isi ulang. *Jurnal Forikes*, 12(1), 78–85. <http://www.forikes-ejournal.com/index.php/SF/article/view/5463>
- World Health Organization. (2009). *Natural Ventilation for Infection Control in Health-Care Settings*. Geneva: WHO.
- World Health Organization. (2017). *Guidelines for Drinking-water Quality: Fourth Edition Incorporating the First Addendum*. Geneva: WHO.