

PENILAIAN CEMARAN MIKROBA UDARA PADA LINGKUNGAN KERJA LABORATORIUM KESMAVET DKI JAKARTA

Sessy Nabilah Ramadhayani¹, Erni Sulistiawati^{2*}, Arianto Nugroho³

^{1,2}*Program Studi Paramedik Veteriner, Sekolah Vokasi, Universitas IPB, Jl. Kumbang No.14, Babakan, Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16128, Indonesia.*

³*Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner DKI Jakarta.*

*e-mail: e_sulistia12@apps.ipb.ac.id

ABSTRACT

Air quality in laboratories is critical for preventing microbial contamination that may reduce the accuracy of test results and increase the personnel risks. Laboratory air quality that does not meet established standards may lead to cross-contamination, resulting in inaccurate test outcomes. This study aimed to assess microbial air contamination in the Veterinary Public Health Microbiology Laboratory (Kesmavet) DKI Jakarta, based on Ministry of Health Regulation No. 1077 of 2011 pada . This study was an observational descriptive study with a cross-sectional design. Air samples were collected in September 2024 at five sampling points at the microbiology laboratory using a mass air sampler (100 L per point), cultured on Plate Count Agar (PCA), incubated at 30 °C for 48–72 hours, and analyzed descriptively using the Total Plate Count (TPC) method. Microbial contamination ranged from 50 to 930 CFU/m³, with 60% of sampling points exceeding the threshold limit of <700 CFU/m³. These results indicate that most laboratory areas have not fully achieved completely the air quality standards. This research provides important information for improving sanitation, for increasing optimization ventilation, and implementation of air filtration systems, thereby supporting the validity of test results and personnel safety.

Keywords: Airborne Microbial Contamination, CFU/m³, Laboratory Air Quality, Kesmavet, Total Plate Count

ABSTRAK

Kualitas udara laboratorium berperan penting dalam mencegah kontaminasi mikroba yang dapat menurunkan akurasi hasil uji dan membahayakan keselamatan personel. Kualitas udara yang tidak memenuhi standar berpotensi menyebabkan kontaminasi silang yang berdampak pada ketidakakuratan hasil pengujian. Penelitian ini bertujuan menilai cemaran mikroba udara di Laboratorium Mikrobiologi Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet) DKI Jakarta berdasarkan standar Permenkes No. 1077 Tahun 2011. Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Pengambilan sampel udara dilakukan pada September 2024 di lima titik ruang laboratorium mikrobiologi menggunakan *mass air sampler* (100 L/titik), ditumbuhkan pada media *Plate Count Agar* (PCA), diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48–72 jam dan dievaluasi dengan metode *Total Plate Count* (TPC) secara deskriptif. Hasil menunjukkan cemaran mikroba udara bervariasi yaitu 50–930 CFU/m³ dengan 60% titik pengambilan sampel melebihi ambang batas <700 CFU/m³. Temuan ini menunjukkan sebagian besar area laboratorium belum sepenuhnya memenuhi standar kualitas udara. Penelitian ini memberikan informasi penting untuk peningkatan



sanitasi, optimalisasi ventilasi, dan penerapan sistem filtrasi udara, sehingga mendukung validitas hasil uji dan keselamatan personel

Kata Kunci: Cemar Udara Mikroba, CFU/m³, Kesmavet, Kualitas Udara Laboratorium, Total Plate Count.

PENDAHULUAN

Kualitas udara pada lingkungan Laboratorium memiliki peran yang penting dalam mendukung keberhasilan dan akurasi hasil pengujian. Laboratorium mikrobiologi merupakan lingkungan kerja dengan tingkat risiko pencemaran udara tinggi terhadap kontaminasi mikroba karena aktivitas pengujian yang melibatkan sampel biologis, media kultur, dan mikroorganisme patogen (Asri *et.al.*, 2024).

Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet) merupakan institusi penting dalam sistem pengawasan kesehatan hewan dan pangan asal hewan yang dikonsumsi masyarakat (FAO, 2020). Laboratorium ini berperan dalam mencegah penyebaran penyakit zoonosis melalui deteksi dini patogen pada hewan dan produk hewani (Khatun *et.al.*, 2019). Produk hewani yang terkontaminasi dapat menjadi sumber masuknya patogen yang berisiko terhadap kesehatan masyarakat (Jansen *et.al.*, 2019). Oleh karena itu, laboratorium mikrobiologi kesmavet memiliki fungsi yang sangat penting dalam pengujian sampel biologis, termasuk deteksi mikroorganisme patogen pada hewan maupun produk hewani.

Salah satu tantangan dalam pengujian mikrobiologi adalah potensi cemaran bakteri pada lingkungan kerja laboratorium itu sendiri. Kontaminasi dapat berasal dari sampel uji yang terkontaminasi, peralatan yang tidak steril, maupun kelalaian dalam

penggunaan alat pelindung diri (Farnsworth *et.al.*, 2020). Selain itu, udara di dalam laboratorium juga dapat menjadi media penyebaran mikroorganisme karena terbawa partikel debu, percikan, maupun aliran udara akibat aktivitas manusia. Kondisi ini dapat meningkatkan keberadaan bakteri lingkungan seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus spp.*, dan *Pseudomonas spp.* (Abatenh *et.al.*, 2018).

Lingkungan kerja laboratorium yang tidak memenuhi standar kebersihan dan biosafety berpotensi menjadi sumber kontaminasi silang yang mengakibatkan hasil pengujian tidak akurat (Silvestri *et.al.*, 2017). Kondisi tersebut juga dapat membahayakan personel laboratorium sebagaimana dilaporkan dalam penelitian sebelumnya (Ciorba *et.al.*, 2021). Salah satu komponen penting dalam penerapan biosafety adalah sistem pengendalian udara yang mencakup ventilasi, filtrasi udara, dan pengaturan tekanan udara untuk membatasi penyebaran mikroorganisme di dalam laboratorium (Susanti *et.al.* 2019). Cemaran mikroba udara menjadi perhatian penting karena dapat mengganggu integritas hasil uji. Permenkes No. 1077 Tahun 2011 menetapkan bahwa jumlah total mikroba udara di dalam ruangan sebaiknya tidak melebihi 700 CFU/m³ sebagai batas aman kualitas udara.

Hingga saat ini, belum tersedia data mengenai cemaran mikroba udara di Laboratorium Kesmavet DKI Jakarta, padahal informasi ini penting untuk mengevaluasi kebersihan lingkungan



kerja dan pencegahan kontaminasi silang. Penelitian ini bertujuan untuk menilai tingkat cemaran mikroba udara di Laboratorium Kesmavet DKI Jakarta menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) dan menilainya berdasarkan standar Permenkes No. 1077 Tahun 2011.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional deskriptif dengan desain potong lintang (*cross-sectional*). Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner (Kesmavet) DKI Jakarta pada periode 5 Agustus – 5 November 2024 melalui program MBKM. Pengambilan sampel udara dilakukan pada satu hari pengambilan di ruang laboratorium mikrobiologi pada lima titik di ruang laboratorium mikrobiologi, yaitu dekat pintu masuk (SWR 1), meja penyimpanan boks APD (SWR 2), depan kulkas penyimpanan sampel (SWR 3), meja arsip hasil uji (SWR 4), dan meja di tengah ruangan (SWR 5). Pengambilan sampel dilakukan setelah jam kerja laboratorium, yaitu pukul 16.00–18.00 WIB, saat aktivitas pengujian telah selesai. Area sampling dibersihkan pada pagi hari sebelum aktivitas pengujian dimulai untuk menurunkan akumulasi mikroba lingkungan sebelumnya, sehingga pengukuran mencerminkan kondisi cemaran mikroba udara yang terbentuk selama aktivitas laboratorium pada hari yang sama.

Alat yang digunakan meliputi *mass air sampler*, *acolyte colony counter*, inkubator 30 °C, autoklaf, oven, *biosafety cabinet II type A2*, cawan petri serta Alat Pelindung Diri (APD). Bahan yang digunakan alkohol 70%, aquadest, dan media *Plate Count Agar* (PCA, Merck®) yang disiapkan sesuai instruksi pabrikan dan disterilkan pada suhu 121 °C selama 15 menit, kemudian dituang pada cawan

petri steril atau disimpan pada suhu 45–55 °C sebelum digunakan.

Sampel udara diambil dengan *mass air sampler* pada laju alir 100 L/menit dengan volume 100 L per titik. Cawan PCA yang berisi sampel diinkubasi pada suhu 30 °C selama 48–72 jam. Setelah inkubasi, jumlah koloni dihitung menggunakan *acolyte colony counter* secara otomatis maupun manual bila diperlukan. Jumlah mikroba udara dihitung dalam satuan CFU/m³ menggunakan rumus:

$$\text{CFU/m}^3 = \frac{N \times 1000}{V}$$

Keterangan:

- N = jumlah koloni yang tumbuh pada media setelah inkubasi (CFU)
- V = volume udara yang diambil (L)
- 1000 = konversi liter ke meter kubik (1 m³ = 1000 L)

Prosedur pengujian *Total Plate Count* (TPC) dan pembacaan hasil mengacu pada SNI ISO 4833-1 (2015) serta instruksi kerja teknis perusahaan No. 01 terbitan ke-8. Data dievaluasi menggunakan metode deskriptif untuk menghitung nilai rata-rata, median, standar deviasi, nilai minimum, dan maksimum dengan bantuan perangkat lunak SPSS. Hasil perhitungan kemudian dibandingkan dengan batas maksimum cemaran mikroba udara berdasarkan Permenkes No. 1077 Tahun 2011, yaitu <700 CFU/m³ dan instruksi kerja teknis perusahaan No. 49 terbitan ke-8 tentang syarat keberterimaan pengujian sterilitas ruang di laboratorium, dengan batas cemaran mikroba udara ruang laboratorium mikrobiologi yaitu <700 CFU/m³.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Deteksi cemaran bakteri pada lingkungan kerja di laboratorium



mikrobiologi kesmavet DKI Jakarta dilakukan dengan penghitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh di 5 titik pengambilan sampel udara setelah diinkubasi selama 48 – 72 jam. Pengambilan sampel dilakukan pada lima titik berbeda dalam satu ruangan untuk mencerminkan distribusi cemaran yang lebih representatif. Pemilihan titik didasarkan pada variasi distribusi bakteri

di udara (Zhao *et.al.*, 2019), serta pentingnya mempertimbangkan sumber kontaminasi yang bervariasi tergantung lokasi pengambilan, aliran udara, dan aktivitas manusia di ruangan, sumber kontaminasi dan arah ventilasi (Liu *et.al.*, 2021). Berdasarkan identifikasi yang dilakukan, diperoleh hasil seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1.

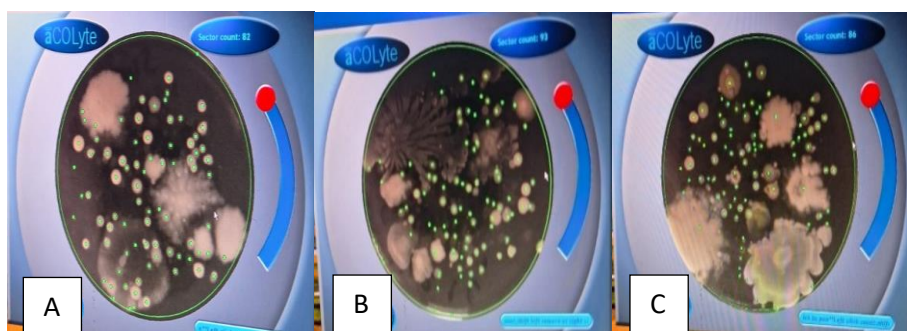
Tabel 1. Jumlah Koloni Pengujian TPC Sampel Udara

Kode Sampel	Jumlah Koloni	CFU* (CFU/ m ³)
SWR 1	61	610
SWR 2	82	820
SWR 3	93	930
SWR 4	86	860
SWR 5	5	50

*CFU: *Colony Forming Unit* (Banyaknya pertumbuhan koloni)

Hasil pengujian cemaran mikroba udara pada lima titik sampling di Laboratorium Mikrobiologi Kesmavet DKI Jakarta menunjukkan variasi jumlah koloni yang cukup besar, berkisar antara 50–930 CFU/m³. Sampel SWR 1 dan SWR 5

memiliki jumlah koloni sebesar 610 dan 50 CFU/m³, sedangkan sampel SWR 2, SWR 3 dan SWR 4 memiliki jumlah koloni TPC sebesar 820, 930 dan 860 CFU/m³ Gambar 1.



Gambar 1. Hasil Perhitungan Koloni SWR menggunakan *acolyte colony counter* (A) SWR 2: 820 CFU/m³; (B) SWR 3: 930 CFU/m³; (C) SWR 4: 860 CFU/m³ (Doc. Penelitian, 2024)

Sampel dengan jumlah koloni relatif tinggi, yaitu SWR 2, SWR 3, dan SWR 4, ditampilkan pada Gambar 1 sebagai contoh visual hasil pengamatan

menggunakan *acolyte colony counter*. Gambar tersebut menunjukkan perbedaan kerapatan koloni pada media, yang merepresentasikan variasi tingkat



cemaran mikroba di udara laboratorium. Untuk memperoleh gambaran yang lebih menyeluruh dari seluruh titik sampling, data kemudian dievaluasi secara

deskriptif menggunakan parameter statistik (mean, median, nilai minimum, maksimum, dan standar deviasi) yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Evaluasi Deskriptif Cemaran Udara

Parameter	Mean	Median	Min	Max	Std Deviasi
Sampel Udara	654	820	50	930	358,092

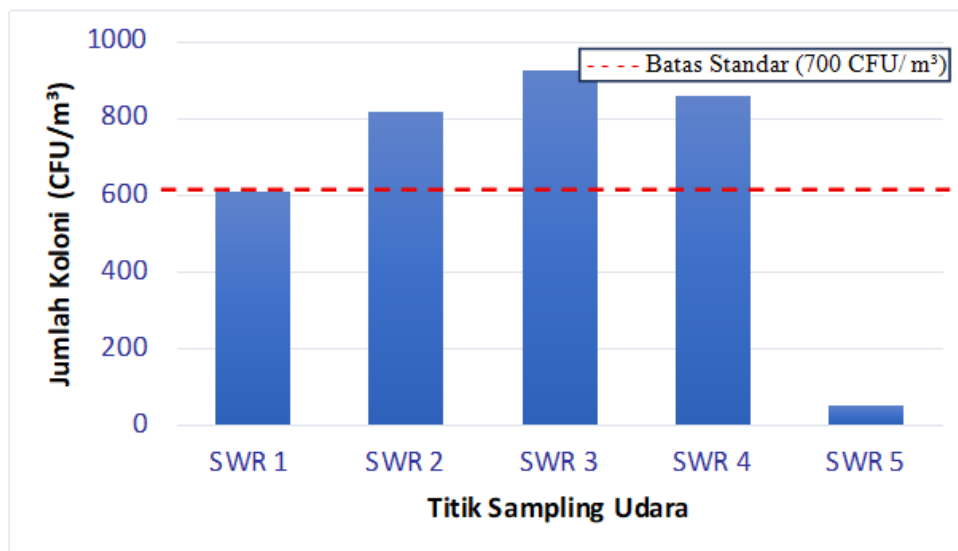
Hasil evaluasi deskriptif cemaran mikroba udara pada lima titik sampling di Laboratorium Mikrobiologi Kesmavet DKI Jakarta pada Tabel 2 memiliki rata-rata jumlah koloni 654 CFU/m³, yang menunjukkan bahwa secara umum tingkat cemaran udara di laboratorium tergolong cukup tinggi. Nilai median lebih besar, yaitu 820 CFU/m³, mengindikasikan bahwa sebagian besar titik sampling memiliki jumlah koloni di atas rata-rata, sehingga distribusi data tidak merata dan cenderung condong ke arah nilai tinggi (*skewed distribution*). Nilai minimum ditemukan pada SWR 5 (50 CFU/m³), sedangkan nilai maksimum terdapat pada SWR 3 (930 CFU/m³). Perbedaan yang besar antara nilai minimum dan maksimum ini menunjukkan adanya rentang variasi yang lebar antar titik pengamatan. Standar deviasi yang cukup tinggi (358,092) semakin menegaskan bahwa penyebaran jumlah koloni di tiap titik tidak seragam.

Nilai CFU/m³ yang relatif tinggi menunjukkan meningkatnya potensi

keberadaan mikroba lingkungan di udara laboratorium. Kondisi ini dapat dipengaruhi oleh aktivitas manusia, pergerakan udara, serta keberadaan sumber mikroba dari peralatan, permukaan kerja, dan sampel biologis yang ditangani di dalam laboratorium. Tingginya cemaran mikroba udara berpotensi meningkatkan risiko kontaminasi silang, khususnya pada proses pengujian mikrobiologi yang memerlukan kondisi lingkungan terkendali. Kondisi tersebut dapat berdampak pada akurasi dan validitas hasil uji apabila tidak dikendalikan dengan baik.

Gambaran awal mengenai distribusi cemaran mikroba udara menunjukkan hasil bervariasi. Namun, untuk menilai apakah kondisi tersebut masih memenuhi persyaratan kualitas udara dalam ruang, hasil pengujian perlu dibandingkan dengan ambang batas maksimum <700 CFU/m³ yang ditetapkan dalam Permenkes No. 1077 Tahun 2011 yang disajikan pada Gambar 2.





Gambar 2. Grafik Evaluasi Cemar Mikroba Udara terhadap Ambang Batas

Gambar 2 menunjukkan hasil evaluasi cemaran mikroba udara pada lima titik sampling dibandingkan dengan ambang batas kualitas udara dalam ruang acuan Permenkes No. 1077 Tahun 2011 yang menetapkan batas maksimum cemaran mikroba udara <700 CFU/m³. Terlihat bahwa tiga titik sampling (SWR 2, SWR 3, dan SWR 4) memiliki nilai yang melebihi ambang batas, masing-masing 810 CFU/m³, 930 CFU/m³, dan 870 CFU/m³. Titik SWR 1 (610 CFU/m³) masih mendekati ambang batas, sedangkan titik SWR 5 (50 CFU/m³) berada jauh di bawah nilai ambang. Pola ini menunjukkan bahwa sebagian besar area laboratorium memiliki tingkat cemaran yang cukup tinggi, terutama pada lokasi yang dekat dengan jalur mobilitas atau aliran udara. Dengan demikian, sekitar 60% titik sampling tidak memenuhi kriteria kualitas udara yang baik, sehingga berpotensi meningkatkan risiko kontaminasi silang dalam kegiatan pengujian. Variasi hasil ini menegaskan pentingnya pengendalian kualitas udara di laboratorium agar tidak melampaui ambang batas yang ditetapkan.

Faktor lingkungan yang mempengaruhi variasi antar titik sampling seperti posisi relatif terhadap sumber kontaminasi dan intensitas aktivitas manusia. Titik SWR 2, SWR 3, dan SWR 4 berada dekat dengan jalur utama mobilitas troli dan tepat di bawah aliran udara dari pendingin ruangan, sehingga memungkinkan partikel debu dan mikroba lebih mudah terbawa dan menyebar di area tersebut. Hal ini sejalan dengan laporan Cahyani (2016) dan Suharti (2020) yang menyatakan bahwa udara di area dengan debu atau pergerakan tinggi cenderung mengandung lebih banyak mikroorganisme. Yan *et.al.* (2019) mencatat bahwa cemaran mikroba dari udara atau permukaan seringkali dapat muncul dari kontaminasi yang disebabkan oleh sumber eksternal seperti reagen atau peralatan laboratorium yang kurang steril. Sebaliknya, titik SWR 5 memiliki jumlah koloni sangat rendah karena lokasinya lebih jauh dari sumber kontaminasi. Variasi ini menunjukkan bahwa kualitas udara laboratorium sangat dipengaruhi oleh faktor teknis (sirkulasi



udara, kebersihan ruangan) maupun aktivitas manusia.

Implikasi dari temuan ini adalah perlunya peningkatan sanitasi dan pengendalian kualitas udara di laboratorium, terutama pada area dengan tingkat cemaran tinggi. Centers for Disease Control and Prevention (CDC) & National Institutes of Health (NIH) (2020) menekankan pentingnya pembersihan rutin, desinfeksi, dan pemeliharaan ruang untuk meminimalkan kontaminasi mikroba. WHO (2009) juga merekomendasikan penggunaan *HEPA filter* pada sistem sirkulasi udara guna mengurangi risiko kontaminasi. Sejalan dengan itu, Douwes *et.al.* (2003) menyebutkan bahwa ventilasi, filtrasi, dan pembersihan berkala merupakan strategi utama dalam menurunkan cemaran mikroba di ruang dalam. Regulasi nasional melalui Permenkes No. 1077 Tahun 2011 juga mengatur penyehatan udara melalui pembersihan, pemeliharaan kebersihan, dan pengaturan ventilasi. Penelitian Wibowo dan Sari (2018) menegaskan bahwa peningkatan frekuensi pembersihan serta pengendalian sirkulasi udara dapat menurunkan jumlah mikroorganisme di laboratorium. Dengan langkah-langkah ini, kualitas udara dapat dijaga sesuai standar sehingga mendukung validitas hasil uji dan keselamatan personel.

KESIMPULAN

Berdasarkan tujuan penelitian untuk menilai cemaran mikroba udara di Laboratorium Mikrobiologi Kesmavet DKI Jakarta, dapat disimpulkan bahwa cemaran mikroba udara di Laboratorium Mikrobiologi Kesmavet DKI Jakarta berkisar antara 50–930 CFU/m³ dengan rata-rata 654 CFU/m³ dan median 820 CFU/m³, 60% titik sampling melebihi ambang batas <700 CFU/m³ yang ditetapkan Permenkes No. 1077 Tahun

2011. Kondisi ini menunjukkan bahwa kualitas udara laboratorium belum sepenuhnya memenuhi standar, sehingga diperlukan pengendalian melalui peningkatan sanitasi, optimalisasi ventilasi, dan penerapan sistem filtrasi udara untuk menekan risiko kontaminasi silang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Pusat Pelayanan Kesehatan Hewan dan Peternakan yang telah memberikan izin penelitian, fasilitas, dan dukungan selama pengumpulan data. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Bapak Justin S. Sitorus dan seluruh staf laboratorium mikrobiologi atas bimbingan dan bantuannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abatenh, E., Gizaw, B., & Tsegaye, Z. 2018. Contamination in a microbiological laboratory. *Int J Res.* 6(4):7–13. doi:10.20431/2349-0365.0604002.
- Asri, W.A., Fatimah, S., Hapsari, I.N., Rifansaputra, Y.P., & Dewi A, L.D. 2024. Identifikasi Mikroorganisme di Lingkungan Pada Udara Dalam Laboratorium Mikrobiologi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa.*2(4):42-47. doi: <https://doi.org/10.59841/intellektika.v2i3>.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2015. SNI ISO 4833-1:2015 Mikrobiologi Rantai Pangan - Metode Horizontal untuk Enumerasi Mikroorganisme: Penghitungan Koloni pada Suhu 30°C dengan Teknik Cawan Tuang. *Badan Standardisasi Nasional*.
- Cahyani, V.D. 2016. Kualitas bakteriologis udara dalam ruang perawatan inap RSUD H. Padjonga Dg. Ngalle Kab. Takalar. *Skripsi*.



- Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Centers for Disease Control and Prevention (CDC)., and National Institutes of Health (NIH). 2020. *Biosafety in Microbiological and Biomedical Laboratories. 6th ed.* U.S. Department of Health and Human Services. Washington D.C.
- Ciorba, V., Rossi, C., Pellegrino, R.M., Castagna, F., & Pelfini, L. 2021. Monitoring microbiological environmental contamination in labs: procedures and results. *Environ Health.* doi:10.1186/s12940-021-00742-3.
- Douwes, J., Thorne, P., Pearce, N., & Heederik, D. 2003. Bioaerosol health effects and exposure assessment: Progress and prospects. *Annals of Occupational Hygiene.* 47(3): 187–200.
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2020. Risk-based examples and approach for control of *Trichinella* spp. in domestic pigs and hunted wild boar. Rome (IT): FAO & WHO. <https://www.fao.org/3/ca9705en/CA9705EN.pdf>. Diakses 30 Mei 2025.
- Farnsworth, C., Wallace, M., Liu, A.Y., Gronowski, A., Burnham, C., & Yarbrough, M. 2020. Evaluation of the risk of laboratory microbial contamination during routine testing in automated clinical chemistry and microbiology laboratories. *Clin Chem.* 66(9):1190–1199. doi:10.1093/clinchem/hvaa128.
- Jansen, W., Müller, A., Grabowski, N., Kehrenberg, C., Muylkens, B., & Al Dahouk, S. 2019. Foodborne diseases do not respect borders: Zoonotic pathogens and antimicrobial resistant bacteria in food products of animal origin illegally imported into the European Union. *Vet J.* 244:75–82. doi:10.1016/j.tvjl.2018.12.009.
- Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. 2011. Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah. Kementerian Kesehatan RI. Jakarta.
- Khatun, M., Islam, M.A., & Rahman, M. 2019. Current status of veterinary public health activities in Bangladesh and its future plans. *BMC Vet Res.* doi:10.1186/s12917-019-1879-8.
- Liu, X., Zhang, L., Zhang, Y., & Liu, D. 2021. Laboratory-acquired infections and the importance of biosafety education: a review. *Appl Biosaf.* 26(1):7–13. doi:10.1177/1535676020982441
- Silvestri, L., Petrosillo, N., & Ippolito, G. 2017. Environmental contamination in microbiological laboratories: a systematic review. *J Hosp Infect.* 95(3):187–196. doi:10.1016/j.jhin.2016.12.003.
- Suharti, N., Munir, E., Suryanto, D., & Agusnar, H. 2020. Hubungan antara populasi mikroorganisme udara dengan kejadian infeksi saluran pernafasan akut di sekitar tempat pembuangan akhir sampah Terjun Medan. Diakses pada: <https://jurnal.unimed.ac.id/2012/index.php/jpk/article/download/5472/480> . Diakses 05 September 2025.
- Susanti, I., Subangkit, Hariastuti, N.I., Ikawati, H.D., Setiawaty, V., & Heriyanto, B. 2019. Pedoman Biorisiko Laboratorium Institusi, Institution Biorisk Laboratory Manual. *Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan.*
- Wibowo, A., and Sari, D.P. 2018. Evaluasi kualitas udara laboratorium berdasarkan jumlah mikroorganisme di udara. *Jurnal Kesehatan*



- Lingkungan Indonesia. 17(2): 93–101.
- World Health Organization. 2009. Future trends in veterinary public health: report of a WHO study group. Jenewa: World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/67384>. Diakses 05 September 2025.
- Yan, X., Zhang, L., Yang, B., Li, M., Ren, L., & Wang, J. 2019. Application of next generation sequencing technology on contamination monitoring in microbiology laboratory. *Biosaf Health*. 1:25–31.
- Zhao, Y., Chen, M., & Lin, Z. 2019. Assessment of airborne bacterial contamination in occupational environments: a review. *Int J Environ Res Public Health*. 16(10):1765. doi:10.3390/ijerph16101765.

