



Artikel Penelitian

IDENTIFIKASI BIOAEROSOL AIR CONDITIONER PADA SUHU DAN KELEMBABAN OPERASIONAL DI RUANG AMFITEATER FK UMP

IDENTIFICATION OF THE BIOAEROSOLS OF THE AIR CONDITIONING SYSTEM AT THE OPERATING TEMPERATURE AND HUMIDITY IN THE AMPHITHEATER ROOM OF THE FK UMP

Melinda Maharani^a, Ratna Wulan Febriyanti^b, Andi Muh. Maulana^c, Susiyadi^d

^a Mahasiswa Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah, 53182, Indonesia

^b Departemen Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah, 53182, Indonesia

^c Departemen Anatomi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah, 53182, Indonesia

^d Departemen Anestesi, Fakultas Kedokteran, Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Jawa Tengah, 53182, Indonesia

Histori Artikel

Diterima:
24 April 2025

Revisi:
15 Mei 2025

Terbit:
1 Juni 2025

Kata Kunci

Bioaerosol, Suhu,
Kelembapan, Bakteri,
Jamur

Korespondensi

Tel. 081224863214
Email:
melindaamhrn@gmail.com

ABSTRAK

Bioaerosol merupakan partikel yang tersebar di udara dan timbul sebagai hasil dari proses alamiah, baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Bioaerosol termasuk mikroorganisme seperti bakteri dan jamur berpengaruh terhadap kualitas udara suatu ruang. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui morfologi dan jenis bioaerosol yang ada di Air Conditioner (AC), serta distribusi frekuensi koloninya. Pengambilan sampel dilakukan di ruang amfiteater Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang sebelumnya sudah diukur suhu dan kelembabannya dengan alat thermohygrometer. Sampel berupa apusan debu pada 6 Air Conditioner (AC) diambil menggunakan lidi steril. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tinggi atau rendahnya suhu berpengaruh terhadap jenis dan jumlah bakteri dan jamur yang tumbuh. Bioaerosol yang banyak ditemukan termasuk dalam mesofilik, yaitu *bacillus* sp. (33,33%) *escherichia coli* (33,33%), *staphylococcus* sp. (16,67%), *streptococcus* sp. (16,67%), *aspergillus* sp. (33,33%), dan *penicillium* sp. (16,57%).

ABSTRACT

Bioaerosols are particles that are distributed in the air and arise as a result of natural processes, both in animals, plants, and humans. Bioaerosols, including microorganisms such as bacteria and fungi, have an effect on the air quality of a room. This research aims to determine the morphology and type of bioaerosol in Air Conditioner (AC), as well as the distribution of colony frequencies. Sampling was carried out in the amphitheater room of the Faculty of Medicine, Muhammadiyah University, Purwokerto, where the temperature and humidity had previously been measured using a thermo hygrometer. Samples in the form of dust smears from 6 Air Conditioners (AC) were taken using a sterile stick. The results of the research show that high or low temperature affects the type and number of bacteria and fungi that grow. The bioaerosols that are often found are mesophilic, namely *bacillus* sp. (33.33%) *escherichia coli* (33.33%), *staphylococcus* sp. (16.67%), *streptococcus* sp. (16.67%), *aspergillus* sp. (33.33%), and *penicillium* sp. (16.57%).

DOI: <http://doi.org/10.30743/jkin.v14i1.909>



This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

PENDAHULUAN

Udara merupakan campuran nitrogen, oksigen, serta sejumlah kecil gas lainnya yang memegang peranan penting dalam keberlangsungan hidup makhluk hidup. Udara diklasifikasikan menjadi 2 jenis, yaitu udara dalam ruangan (*indoor air*) dan udara luar ruangan (*outdoor air*). Udara dalam ruangan (*indoor air*) adalah udara yang berasal dari dalam suatu bangunan, seperti rumah, sekolah, dan gedung perkantoran. Udara luar ruangan (*outdoor air*) adalah udara yang berasal dari atmosfer bumi dan bercampur dengan hasil pembakaran kendaraan, bahan padat, atau industri¹.

Berdasarkan data *Environmental Protection Agency* (EPA), manusia menghabiskan waktunya hingga 90% di dalam ruangan dan menghirup 15.000 L udara/hari. Tingkat polusi udara di dalam ruangan hampir 100 kali lebih besar dibanding di luar ruangan². Salah satu polutan udara yang mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan adalah bioaerosol. Bioaerosol merupakan partikel yang tersebar di udara dan timbul sebagai hasil proses alamiah, baik hewan, tumbuhan, dan manusia. Bioaerosol termasuk mikroorganisme bakteri, virus, dan jamur. Bioaerosol sebagai indikator penting kualitas udara karena berisiko terhadap kesehatan manusia³. *World Health Organization* (WHO) menyatakan bahwa

kualitas udara buruk atau terpapar mikroorganisme berisiko menyebabkan penyakit, seperti penyakit pernapasan, pencernaan, alergi, bahkan kematian⁴.

Parameter kualitas udara dalam ruangan antara lain suhu dan kelembaban. Suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme mikroorganisme, sehingga berdampak pada pertumbuhannya. Kelembaban udara mengandung uap air yang berperan terhadap pertumbuhan mikroorganisme. Hal ini dikarenakan uap air sebagai media tumbuh mikroorganisme. Suhu udara dalam ruangan $> 25^{\circ}\text{C}$ menyebabkan peningkatan pertumbuhan jamur dan bakteri⁵.

Air conditioner (AC) merupakan alat elektronik yang banyak digunakan dalam pengkondisian udara dan kenyamanan dalam sebuah ruangan. Akan tetapi, pemeliharaan *air conditioner* (AC) yang kurang baik dan jarang dibersihkan berisiko menyebabkan pertumbuhan dan perkembangan bioaerosol. Hal ini disebabkan akumulasi debu pada penyaring udara dalam *air conditioner* (AC), kebersihan ruangan, ventilasi, dan sirkulasi udara yang turut berkontribusi dalam pertumbuhan bioaerosol⁶.

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di beberapa negara, ditemukan pertumbuhan bioaerosol pada *air conditioner* (AC) dalam ruangan. Dari penelitian di Singapura, bioaerosol yang

dominan adalah bakteri gram positif, yaitu *Staphylococcus* sp., *Pseudomonas* sp., dan *Corynebacterium* sp., serta jamur *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp., dan *Cladosporium* sp. Dari penelitian di Jepang, bioaerosol yang dominan adalah bakteri gram positif, yaitu *Staphylococcus* sp. dan *Streptococcus* sp., serta bakteri gram negatif yaitu *Pseudomonas* sp. dan *Paracoccus* sp.⁷

Mengingat jadwal perkuliahan mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang padat mulai pagi hari hingga sore hari, jumlah mahasiswa > 100 orang, serta ukuran ruangan yang tidak terlalu besar, ventilasi ruangan tidak pernah dibuka, serta tingginya mobilitas penggunaan ruangan. Hal tersebut berisiko adanya polutan udara berupa bioaerosol. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk mengidentifikasi bioaerosol, termasuk jenis dan jumlahnya pada *air conditioner* (AC) terhadap suhu dan kelembaban di ruang amfiteater Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Dengan demikian, pencegahan dan pengendalian risiko infeksius dari lingkungan dapat dilakukan segera.

METODE

Penelitian ini menggunakan desain penelitian observasional deskriptif. Dimana dilakukan pengambilan sejumlah sampel dalam satu waktu, kemudian diteliti disajikan dalam bentuk deskripsi yang

terperinci. Penelitian ini dilakukan pada bulan November 2024 dengan persetujuan etik yang dikeluarkan oleh Komisi Etik Kedokteran dan Kesehatan (KEPKK) Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto Nomor KEPKK/FK/067/VII/2024. Dimulai dari pengambilan sampel apusan debu AC di ruang amfiteater, lalu dilakukan penelitian di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Sampel penelitian ini adalah *total sampling* dengan sampel semua *air conditioner* (AC) di ruang amfiteater Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto, yakni sebanyak 6 AC. Perolehan hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabel.

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan di ruang amfiteater Fakultas Kedokteran Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang sebelumnya sudah diukur suhu dan kelembaban operasionalnya dengan alat thermohygrometer. Sampel apusan debu pada 6 *Air Conditioner* (AC) diambil menggunakan lidi steril. Selanjutnya dilakukan kultur masing-masing sampel AC 1, AC 2, AC 3, AC 4, AC 5, dan AC 6 pada cawan petri menggunakan media *nutrient agar* (NA) dan *sabouraud dextrose agar* (SDA), sehingga total sampel adalah 12. Setelah dilakukan kultur, cawan petri ditutup dan dikemas menggunakan plastik wrap.

Kemudian cawan petri diberi label dan dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 37°C selama 24 jam.

Identifikasi Bioaerosol dan Perhitungan Koloni

Setelah diinkubasi selama 24 jam, dilakukan perhitungan jumlah koloni menggunakan *colony counter* dan pengamatan morfologi koloni menggunakan mikroskop. Identifikasi jenis bioaerosol yang tumbuh pada media agar dilakukan dengan uji pewarnaan. Uji pewarnaan gram dilakukan untuk bakteri menggunakan larutan kristal violet, lugol iodin, alkohol, dan safranin, sedangkan uji LPCB dilakukan untuk jamur menggunakan larutan *lactophenol cotton blue*. Selanjutnya, hasil pewarnaan tersebut dilihat menggunakan mikroskop perbesaran 100x untuk diidentifikasi spesiesnya.

HASIL

Identifikasi pertumbuhan bakteri pada sampel AC 1, AC 2, AC 3, AC 4, AC 5, dan AC 6 dilakukan menggunakan media *nutrient agar*. *Nutrient agar* merupakan media pertumbuhan padat yang mengandung protein dan karbohidrat hewani untuk menumbuhkan sebagian besar jenis bakteri. Distribusi pertumbuhan bakteri pada media *nutrient agar* dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Pertumbuhan Bakteri pada *Nutrient Agar*

Media	Nutrient Agar	(%)
Dijumpai koloni	6	100
Tidak dijumpai koloni	0	0
Total	6	100

Sumber: Data yang diperoleh

Pada Tabel 1, menunjukkan bahwa dijumpai pertumbuhan bakteri pada setiap media *nutrient agar*. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing sampel AC 1, AC 2, AC 3, AC 4, AC 5, dan AC 6 terkontaminasi bioaerosol.

Identifikasi pertumbuhan jamur pada sampel AC 1, AC 2, AC 3, AC 4, AC 5, dan AC 6 dilakukan menggunakan media *sabouraud dextrose agar*. *Sabouraud dextrose agar* merupakan media pertumbuhan padat yang mengandung pepton untuk menumbuhkan sebagian besar jenis jamur dan bersifat asam sehingga menghambat pertumbuhan bakteri. Distribusi pertumbuhan jamur pada media *sabouraud dextrose agar* dapat dilihat pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Distribusi Frekuensi Pertumbuhan Jamur pada *Sabouraud Dextrose*

Media	Sabouraud Dextrose	(%)
Terdapat pertumbuhan	3	50
Tidak terdapat pertumbuhan	3	50
Total	6	100

Sumber: Data yang diperoleh

Berdasarkan Tabel 2, menunjukkan bahwa hanya dijumpai pertumbuhan jamur

pada 3 sampel media *sabouraud dextrose agar*. Hal ini menunjukkan bahwa hanya ada 3 sampel AC yang terkontaminasi jamur (50%).

Identifikasi bakteri yang terlihat pada setiap media *nutrient agar* dilakukan dengan uji pewarnaan gram menggunakan larutan kristal violet, lugol iodin, alkohol, dan safranin. Pewarnaan gram berfungsi memberi warna pada sel sehingga akan menambah kontras dan dapat membedakan bakteri gram positif atau gram negatif dengan jelas. Bakteri gram positif akan mempertahankan warna larutan kristal violet, sedangkan bakteri gram negatif akan kehilangan warna larutan kristal violet setelah dibilas dengan larutan safranin. Hal ini dikarenakan perbedaan komposisi dinding selnya. Bakteri gram positif memiliki peptidoglikan sebagai penyusun dinding selnya yang lebih tebal dibanding bakteri gram negatif. Distribusi hasil pewarnaan bakteri dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4 berikut⁸.

Tabel 3. Hasil Pewarnaan Gram Bakteri

Ruang	T (°C)	RH (%)	AC	Gram	Bentuk	Hasil (%)
			1	Gram -	Basil	
Amphitheater	27,7	86	2	Gram +	Basil	Gram 66,6 (+)= 4 7
			3	Gram -	Basil	

4 Gram + Coccus

5 Gram + Coccus Gram 33,3
(-)= 2 3

6 Gram + Basil

Total	6	100
--------------	----------	------------

Sumber: Data yang diperoleh

Pada Tabel 3, menunjukkan bahwa pada suhu ruangan 27,7°C dan kelembaban 86%, ditemukan adanya pertumbuhan bakteri di media agar dengan persentase 66,67% bakteri gram positif dan 33,33% bakteri gram negatif. Adanya pertumbuhan bakteri tersebut diakibatkan oleh kondisi ruang amfiteater yang tidak memenuhi standar. Teori menyebutkan bahwa suhu dan kelembaban ruang yang dipersyaratkan, yakni suhu 18-30°C dan kelembaban 40-60%. Bakteri tumbuh dan berkembang pada kelembaban di atas 85%. Semakin tinggi kelembaban, semakin banyak uap air sebagai media pertumbuhan bakteri. Selain itu, didukung oleh berbagai faktor, seperti ventilasi, pencahayaan, dan material barang-barang dalam ruangan tersebut⁹.

Tabel 4. Distribusi Frekuensi Jenis Bakteri di AC

Ruang	AC	Bakteri		Jumlah Bakteri	(%)
		Gram +	Gram -		
Amphitheater	1		<i>Escherichi a coli</i>	<i>Bacillus</i> sp.	33,33
				= 2	33,33
	2	<i>Bacillus</i> sp.			

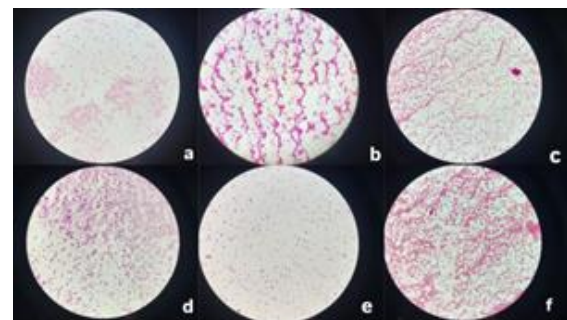
3	<i>Escherichia</i>	<i>Escherichia</i>
	<i>a coli</i>	<i>a coli</i> = 2 16,67
4	<i>Staphylococcus</i>	<i>Staphylococcus</i>
	<i>sp.</i>	<i>ccus sp.</i> = 1 16,67
5	<i>Streptococcus</i>	<i>Streptococcus</i>
	<i>sp.</i>	<i>us sp.</i> = 1
6	<i>Bacillus</i>	
	<i>sp.</i>	
Total		6 100

Sumber: Data yang diperoleh

Pada Tabel 4, menunjukkan bahwa pada suhu ruangan 27,7°C dan kelembaban 86%, ditemukan adanya pertumbuhan bakteri *bacillus sp.* (33,33%) *escherichia coli* (33,33%), *staphylococcus sp.* (16,67%), dan *streptococcus sp.* (16,67%). Meskipun suhu ruang amfiteater memenuhi persyaratan, tetapi tidak menutup kemungkinan terjadi pertumbuhan bakteri. Bakteri *bacillus sp.*, *escherichia coli*, *staphylococcus sp.*, dan *streptococcus sp.* termasuk bakteri mesofilik. Bakteri mesofilik dapat tumbuh dengan baik pada suhu sedang, tidak terlalu panas atau dingin, berkisar antara suhu 10-50°C dengan suhu optimum pertumbuhan antara suhu 25-37°C¹⁰.

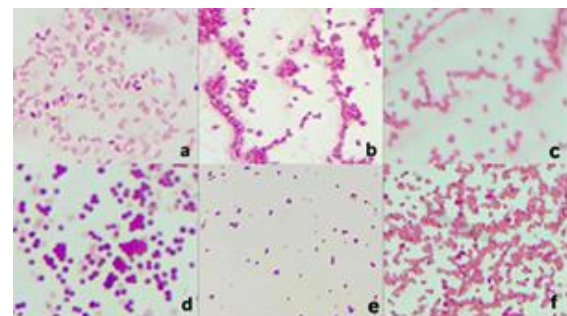
Pada Gambar 1 dan Gambar 2, menunjukkan hasil gambaran mikroskopis bakteri pada sampel AC. Mikroskopis AC 1 (a) dan AC 3 (c) terlihat gambaran bakteri *escherichia coli* dengan ciri berbentuk basil, berwarna merah pink, dan tidak membentuk

spora. Mikroskopis AC 2 (b) dan AC 6 (f) terlihat gambaran bakteri *bacillus sp.* dengan ciri berbentuk basil pendek dan berwarna ungu. Mikroskopis AC 4 (d) terlihat gambaran bakteri *staphylococcus sp.* dengan ciri berbentuk bulat, bergerombol seperti anggur, dan berwarna ungu. Mikroskopis AC 5 (e) terlihat gambaran bakteri *streptococcus sp.* dengan ciri berbentuk bulat dan saling terpisah.



Gambar 1. Hasil Pengamatan Mikroskopis Bakteri Media Nutrient Agar

(Keterangan: a. Mikroskopis AC 1; b. Mikroskopis AC 2; c. Mikroskopis AC 3; d. Mikroskopis AC 4; e. Mikroskopis AC 5; f. Mikroskopis AC 6) (Magnifikasi 1000x)



Gambar 2. Zoom in Hasil Pengamatan Mikroskopis Bakteri Media Nutrient Agar

(Keterangan: a. Mikroskopis AC 1; b. Mikroskopis AC 2; c. Mikroskopis AC 3; d. Mikroskopis AC 4; e. Mikroskopis AC 5; f. Mikroskopis AC 6) (Magnifikasi 1000x)

Identifikasi jamur yang terlihat pada media *sabouraud dextrose agar* dilakukan dengan uji LPCB menggunakan larutan

lactophenol cotton blue. Uji LPCB berfungsi memberi warna biru pada sel sehingga memperjelas latar dan struktur jamur. Distribusi hasil pewarnaan jamur dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6 berikut⁸.

Tabel 5. Distribusi Frekuensi Morfologi Jamur yang Tumbuh di Media Agar

Ruang	T °C	RH %	AC	Morfologi	Hasil	(%)
Amphitheater	27,7	86	1	Kapang	Tidak terdapat pertumbuhan	
			2	-	= 3	50
			3	-		
			4	Kapang	Terdapat pertumbuhan	
			5	Kapang	= 3	50
			6	-		
Total					6	100

Sumber: Data yang diperoleh

Pada Tabel 5, menunjukkan bahwa pada suhu ruangan 27,7°C dan kelembaban 86%, hanya dijumpai pertumbuhan jamur pada 3 sampel media *sabouraud dextrose agar*. Persentase adanya pertumbuhan jamur adalah 50%. Adanya pertumbuhan jamur tersebut didukung oleh kondisi ruangan. Teori menyebutkan bahwa jamur tumbuh

dan berkembang pada suhu 25-30°C dan kelembaban 80-90%¹¹.

Tabel 6. Distribusi Frekuensi Jenis Jamur di AC

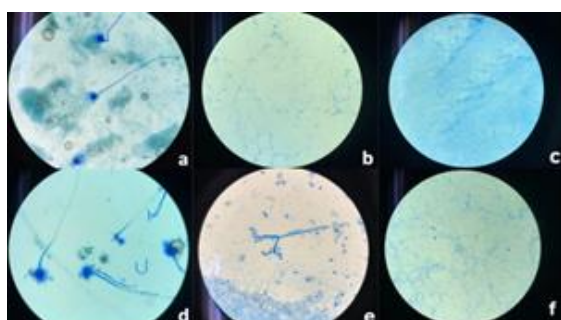
Ruang	AC	Jamur	Jumlah Jamur	(%)
Amphitheater	1	<i>Aspergillus</i> sp.	Tidak ditemukan = 3	50
	2	-		
	3	-		
	4	<i>Aspergillus</i> sp.	<i>Aspergillus</i> sp. = 2	33,33
	5	<i>Penicillium</i> sp.	<i>Penicillium</i> sp. = 1	16,57
	6	-		
Total			6	100

Sumber: Data yang diperoleh

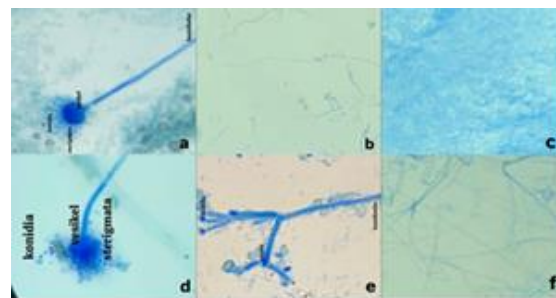
Pada Tabel 6, menunjukkan bahwa pada suhu ruangan 27,7°C dan kelembaban 86%, ditemukan adanya pertumbuhan jamur *aspergillus* sp. sebanyak 2 sampel (33,33%), *penicillium* sp. sebanyak 1 sampel (16,57%), dan lainnya tidak ditemukan pertumbuhan jamur (50%). *Rhizopus* sp. dan *penicillium* sp. termasuk jamur mesofilik. Jamur

mesofilik dapat tumbuh dengan baik pada suhu sedang, tidak terlalu panas atau dingin, berkisar antara suhu 5-35°C dengan suhu optimum pertumbuhan antara suhu 20-30°C¹⁰.

Pada Gambar 3 dan Gambar 4, menunjukkan hasil gambaran mikroskopis jamur pada sampel AC. Mikroskopis AC 1 (a) dan AC 4 (d) terlihat gambaran jamur *aspergillus* sp. dengan ciri makroskopis koloni berbentuk bulat, tepi rata, berwarna hijau, hijau kekuningan, atau kehitaman dan ciri mikroskopis memiliki konidiofor, sterigma, vesikel berbentuk bulat, dan hifa bersepta. Mikroskopis AC 2 (b), AC 3 (c) dan AC 6 (f) tidak terlihat adanya pertumbuhan jamur. Mikroskopis AC 5 (e) terlihat gambaran jamur *penicillium* sp. dengan ciri makroskopis koloni berwarna putih, kuning, atau hijau kekuningan dan ciri mikroskopis memiliki fialid, konidia berbentuk bulat, dan hifa bersepta.



Gambar 3. Hasil Pengamatan Mikroskopis Jamur Media Sabouraud Dextrose Agar
(Keterangan: a. Mikroskopis AC 1; b. Mikroskopis AC 2; c. Mikroskopis AC 3; d. Mikroskopis AC 4; e. Mikroskopis AC 5; f. Mikroskopis AC 6) (Magnifikasi 1000x)



Gambar 4. Zoom in Hasil Pengamatan Mikroskopis Jamur Media Sabouraud Dextrose Agar

(Keterangan: a. Mikroskopis AC 1; b. Mikroskopis AC 2; c. Mikroskopis AC 3; d. Mikroskopis AC 4; e. Mikroskopis AC 5; f. Mikroskopis AC 6) (Magnifikasi 1000x)

Perhitungan koloni bioaerosol dilakukan menggunakan *colony counter* dalam satuan CFU/m³. Jumlah koloni ini penting dihitung untuk mengetahui kelayakan dan persyaratan keamanan AC sebagai bentuk pencegahan infeksi pada manusia dari bioaerosol.

Tabel 7. Hitung Jumlah Koloni Bioaerosol

Ruang	A C	Jumlah Koloni (CFU/m ³)	Kualitas Udara	Hasil (%)
	1	7,0 x 10 ²	Buruk	
	2	5,6 x 10 ²	Baik	Baik = 3 50
	3	5,1 x 10 ²	Baik	
Amphitheater	4	7,3 x 10 ²	Buruk	
	5	7,8 x 10 ²	Buruk	Buruk = 3 50
	6	6,4 x 10 ²	Baik	

Total	6	100
-------	---	-----

Sumber: Data yang diperoleh

Pada Tabel 7, menunjukkan bahwa dari 6 sampel AC, terdapat 3 AC dalam kondisi baik dan memenuhi persyaratan (50%), sedangkan 3 AC lainnya dalam kondisi buruk dan belum memenuhi persyaratan (30%). AC 2, AC 3 dan AC 6 dalam kondisi baik dengan jumlah koloni masing-masing $5,6 \times 10^2$, $5,1 \times 10^2$ dan $6,4 \times 10^2$ CFU/m³. Hal tersebut sesuai dengan teori dimana kadar maksimal bakteri patogen sebesar 0 CFU/m³ dan angka kuman < 700 CFU/m³.

Pada AC 1, AC 4, dan AC 5 dalam kondisi buruk dengan jumlah koloni masing-masing $7,0 \times 10^2$ CFU/m³, $7,3 \times 10^2$ CFU/m³, dan $7,8 \times 10^2$ CFU/m³. Hal tersebut menunjukkan bahwa AC mengandung kadar bioaerosol melebihi kadar yang dipersyaratkan, yaitu kadar maksimal bakteri patogen sebesar 0 CFU/m³ dan angka kuman < 700 CFU/m³.

DISKUSI

Penelitian ini membuktikan bahwa terdapat pertumbuhan bioaerosol *air conditioner* (AC) terhadap pengaruh suhu dan kelembaban operasional di ruang amfiteater. Bioaerosol tersebut meliputi bakteri dan jamur dengan persentase 66,67% bakteri gram positif, 33,33% bakteri gram negatif, dan jamur 50%. Suhu operasional ruang amfiteater sebesar 27,7°C dan

kelembaban 86% menunjukkan bahwa tingkat kelembaban ruangan tinggi, sehingga mendukung pertumbuhan bakteri. Hal ini sesuai dengan teori bahwa suhu dan kelembaban ruang yang dipersyaratkan, yakni suhu 18-30°C dan kelembaban 40-60%. Bakteri tumbuh dan berkembang pada kelembaban di atas 85%⁹. Selain itu, perolehan hasil penelitian sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Rasli *et al.* 2023), bahwa variasi suhu dan kelembaban pada AC suatu ruang memicu pertumbuhan bakteri dengan spesies *staphylococcus* sp. dan *micrococcus* sp. yang paling mendominasi⁷. Penelitian juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Purnowo *et al.* 2023), dimana pada suhu 22,8°C dan kelembaban 94% terdapat peningkatan jumlah koloni hingga sebanyak 210 CFU/m³ bakteri dan 50 CFU/m³ jamur, sehingga suhu dan kelembaban suatu ruang mempengaruhi pertumbuhan jumlah koloni bakteri dan jamur¹³.

Sedangkan pertumbuhan jamur, sesuai dengan teori bahwa jamur tumbuh dan berkembang pada suhu 25-30°C dan kelembaban 80-90%¹¹. Perolehan hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Jabeen *et al.* 2023), bahwa kelembaban suatu ruang memicu pertumbuhan jamur dengan spesies *cladosporium* sp., *aspergillus* sp., dan *penicillium* sp. yang paling mendominasi³.

Tingginya angka kuman akan berpengaruh terhadap kualitas udara yang dihasilkan. Kualitas udara yang buruk dapat memicu keluhan *Sick Building Syndrome* (SBS), seperti batuk, sesak nafas, sakit kepala, diare, iritasi kulit⁹. Penilaian kualitas udara dalam ruangan dapat dinilai melalui parameter fisik, kimia, dan biologi. Parameter tersebut dipengaruhi oleh sumber kontaminan. Parameter fisik kualitas udara dalam ruangan meliputi suhu, kelembaban, pencahayaan, dan ventilasi. Suhu mempengaruhi kecepatan metabolisme mikroorganisme, sehingga berdampak pada pertumbuhannya. Kelembaban udara > 60% meningkatkan risiko pertumbuhan mikroorganisme patogen. Parameter biologi meliputi kontaminan mikroorganisme, berupa bakteri, virus, atau jamur¹².

Bioaerosol tidak dapat hidup di udara, namun udara sebagai media transportasi mikroorganisme sebelum mendapatkan inangnya. Bioaerosol dapat dengan mudah terhirup oleh manusia atau melekat pada kulit, sehingga berisiko tinggi menyebabkan penyakit menular melalui udara (*airborne disease*). *Airborne disease* dapat menular dengan cepat melalui sistem pernapasan, sehingga memiliki potensi menimbulkan wabah¹³.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa

terdapat bioaerosol yang ditemukan pada AC dengan persentase terbanyak adalah bakteri (100%), sedangkan jamur hanya ditemukan pada 3 AC (50%). Tinggi atau rendahnya suhu dan kelembaban ruangan berpengaruh terhadap tingginya cemaran bioaerosol. Bioaerosol yang banyak ditemukan termasuk dalam mesofilik, yaitu *bacillus* sp. (33,33%) *escherichia coli* (33,33%), *staphylococcus* sp. (16,67%), dan *streptococcus* sp. (16,67%), *aspergillus* sp. (33,33%), dan *penicillium* sp. (16,57%). Jumlah koloni yang memenuhi persyaratan hanya ditemukan pada 3 AC (50%), sedangkan 3 AC lainnya belum memenuhi persyaratan (50%).

Bagi peneliti lain, dapat mengembangkan penelitian dengan menggunakan media *Baird Parker Agar* (BPA) dan *MacConkey* agar pertumbuhan bakteri lebih selektif, memperhatikan faktor lain yang mempengaruhi pertumbuhan bioaerosol, serta keterkaitannya dengan kejadian sakit atau *airborne disease*. Bagi instansi, dapat melakukan pembersihan *air conditioner* (AC) secara berkala, pemeriksaan kualitas kelayakan *air conditioner* (AC) dan ruang amfiteater, serta melakukan perbaikan material ruangan yang berisiko terhadap pertumbuhan bioaerosol. Bagi mahasiswa, dapat meningkatkan kesadaran dengan menjaga kebersihan diri, kebersihan ruangan, mencuci tangan, dan menggunakan masker jika sakit sebagai

bentuk pencegahan dan pengendalian terhadap risiko peningkatan jumlah koloni yang berisiko terjadi infeksi dari lingkungan ke manusia.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada berbagai pihak, baik yang terlibat langsung maupun tidak langsung dalam proses penyusunan artikel, serta Universitas Muhammadiyah Purwokerto yang telah memfasilitasi tempat maupun peralatan sehingga mendukung keberhasilan dan kelancaran penelitian ini.

DAFTAR REFERENSI

1. Husaini DC, Manzur K, Medrano J. Indoor and outdoor air pollutants as emerging public health threat in Latin America and the Caribbean: a systematic review. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*. 2024;42(1):134-145. doi:10.1108/AGJSR-08-2022-0140
2. Mannan M, Al-Ghamdi SG. Indoor air quality in buildings: A comprehensive review on the factors influencing air pollution in residential and commercial structure. *Int J Environ Res Public Health*. 2021;18(6):1-24. doi:10.3390/ijerph18063276
3. Jabeen R, Kizhisseri MI, Mayanaik SN. Bioaerosol assessment in indoor and outdoor environments: a case study from India. *Sci Rep*. Published online 2023;1-12. doi:10.1038/s41598-023-44315-z
4. Syuhada G, Akbar A, Hardiawan D, et al. Impacts of Air Pollution on Health and Cost of Illness in Jakarta, Indonesia. Published online 2023.
5. Nasri SM, Athari AD, Hastiti LR, Putri FA. Indoor Air Factors Affecting the Growth of Microorganism in an Indonesian Gas Company's Dormitory. *Indonesian Journal of Occupational Safety and Health*. 2022;11(3):445-453. doi:10.20473/ijosh.v11i3.2022.445-453
6. Pramaningsih V, Rusdi, Isworo S, Yuliawati R. Indoor Air Quality of Physical and Microbiological in Universitas Muhammadiyah Kalimantan Timur, Indonesia. *Indonesian Journal of Environmental Management and Sustainability*. 2022;6(1):168-174. doi:10.26554/ijems.2022.6.1.168-174
7. Baitul N, Rasli I, Ramli NA. A Review of the Bioaerosols in the Air-Conditioners Building. 2023;(4):9-12. doi:10.54741/asejar.2.4.2
8. Amin SS, Ghozali Z, Rusdiana M, Efendi S. Identifikasi Bakteri dari Telapak Tangan dengan Pewarnaan Gram Identification of Bacteria from Palms with Gram Stain. *CHEMVIRO: Jurnal Kimiadan Ilmu Lingkungan*. 2023;1(1):30-35. <https://doi.org/10.56071/chemviro.v1i1.563>
9. Kesehatan M, Indonesia R. Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011. Published online 2011.
10. Pavan H V., Murthy SM, Jogaiah S. Explorations of fungal diversity in extreme environmental conditions for sustainable agriculture applications. *Biocontrol Agents and Secondary Metabolites: Applications and Immunization for Plant Growth and Protection*. Published online January 1, 2021:483-494. doi:10.1016/B978-0-12-822919-4.00021-1
11. Ardhi S, Gunawan TP, Tjandra S. Pengendalian Suhu dan Kelembaban Budidaya Jamur Kuping dengan Kendali PID Penalaan Ziegler-Nichols. *Journal of Intelligent System and Computation*.

2023;5(2):83-95.

doi:10.52985/insyst.v5i2.309

12. Qiu Y, Zhou Y, Chang Y, et al. The Effects of Ventilation, Humidity, and Temperature on Bacterial Growth and Bacterial Genera Distribution. *Int J Environ Res Public Health*. 2022;19(22). doi:10.3390/ijerph192215345.
13. Purnowo D, Setiawan A, Yusmaniar Y. Pengaruh Faktor Suhu dan Kelembaban pada Lingkungan Kerja terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Mikroba. *JRSKT - Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*. 2024;9(2):45-54. doi:10.21009/jrskt.092.01