

KUALITAS MIKROBIOLOGIS UDARA DI SALAH SATU PUSAT PERBELANJAAN DI JAKARTA SELATAN

Eko Pudjadi¹, Rima Suciyani², Innes Genia Sahira²,
Megga Ratnasari Pikoli^{2*}

¹Pusat Keselamatan Radiasi dan Metrologi Radiasi (PTKMR) Badan Tenaga Nuklir Nasional

²Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Syarif Hidayatullah Jakarta

*Corresponding author: meggapikoli@uinjkt.ac.id

Abstract

The airborne bacteria and fungi in parking building, playground and food court in Blok M Square, South Jakarta, were assessed in order to investigate air quality in one of the shopping center in Jakarta. The air sample was passed through plate count agar and potato dextrose agar using a single-stage multi-orifice Sampler SKC Biostage Standard. Results showed that average microbial concentrations were 200.17, 101.17, 55, 33 CFU bacteria per m³, and 109.54, 37.69, 27.09 CFU fungi per m³ of air volume in the parking building, the children playground and the food court, respectively. The most dominating bacteria had characteristics resemble airborne *Bacillus subtilis*, while the most dominating fungi were identified as *Cryptococcus* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. and *Candida* sp. The microbial concentrations were different significantly ($\alpha=0,05$) in all the three areas. In addition, there were strong relationship and significant influence between the concentrations of bacteria and fungi to temperature, humidity and light intensity in in all the three areas based on Pearson correlation analysis. For today, there is no air quality standard specifically for shopping center, so the data were compared to common standards for indoor air quality. The concentration of bacteria and fungi met the standard regulated by The Ministry of Health Republic of Indonesia No.1405/MENKES/SK/ XI/2002 about Environmental Requirements for Office and Industrial., i.e <700 CFU/m³, and acceptable according to World Health Organization (WHO) with 500 CFU/m³ as a normal condition. In any case, it is advisable to be aware of the spread of airborne bacteria and fungi in shopping center that are potentially pathogenic.

Keywords: airborne microorganisms, bioaerosol, indoor air quality, shopping center

PENDAHULUAN

Pusat perbelanjaan saat ini tidak hanya dimanfaatkan sebagai tempat transaksi perdagangan, melainkan juga sebagai sarana *entertainment* yang di dalamnya banyak terdapat aktivitas manusia. Bahkan pembangunan suatu wilayah dapat ditandai salah satunya dengan pembangunan pusat perbelanjaan. Di Jakarta pusat perbelanjaan dari tahun ke tahun semakin meningkat. Menurut data yang dilansir oleh Cushman dan Wakefield dan dikutip oleh Tempo.co, Jakarta Selatan memiliki pusat perbelanjaan terbanyak (21,8%), dengan pertumbuhan 3,9% per tahun (Syailendra, 2013). Pusat perbelanjaan di Jakarta merupakan salah satu ruang publik yang ramai dikunjungi. Hasil survey penda-

huluan pada bulan Desember 2014 mencatat bahwa jumlah pengunjung Blok M Square, Jakarta Selatan, mencapai 25.000-30.000 orang pada hari kerja dan meningkat menjadi 75.000-80.000 orang pada hari libur di akhir pekan.

Udara di ruang publik secara tidak disadari menjadi konsumsi bersama oleh banyak orang. Mikroorganisme bakteri dan jamur yang tersebar di udara (bioaerosol) akan terhirup dan menimbulkan penyakit infeksi apabila mereka bersifat patogenik. Menurut Yusup *et al.*, (2014), meskipun belum dimasukkan ke dalam kriteria polutan, bioaerosol merupakan parameter kualitas udara yang penting di dalam ruangan karena menyebabkan resiko kontaminasi di antara

manusia. Oleh karena itu, kualitas udara di pusat perbelanjaan merupakan salah satu faktor penting yang menarik untuk dicermati.

Penelitian ini memeriksa kualitas udara di pusat perbelanjaan dengan mengambil sampel di Blok M Square sebagai contoh dengan pengunjung yang melimpah. Pengambilan sampel udara dilakukan di tempat-tempat yang diduga menjadi lingkungan yang baik untuk pertumbuhan bakteri dan jamur, yaitu gedung parkir, arena bermain anak dan *food court*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbedaan konsentrasi bakteri dan jamur udara pada ketiga tempat tersebut di dalam pusat perbelanjaan Blok M Square, disertai hubungan antara nilai faktor-faktor lingkungan udara (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya) dengan konsentrasi bakteri dan jamur udara.

MATERIAL DAN METODE

Waktu dan tempat

Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2014. Sampling udara dilakukan pada tiga area, yaitu gedung parkir, arena bermain anak dan *food court* di pusat perbelanjaan Blok M Square, Jakarta Selatan. Pemeriksaan konsentrasi bakteri dan jamur dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Pusat Laboratorium Terpadu (PLT) Universitas Islam Negeri (UIN) Syarif Hidayatullah Jakarta.

Bahan dan alat

Plate count agar digunakan untuk menumbuhkan bakteri, sedangkan *potato dextrose agar* digunakan untuk menumbuhkan jamur. Alat untuk menjerat mikroorganisme adalah *Single-stage Multi-Orifice Sampler SKC Biostage Standard* yang dilengkapi dengan pompa vakum berkapasitas hisap $28,3 \text{ Lmenit}^{-1}$ dan tripod setinggi 1,5 m. Alat-alat laboratorium yang digunakan adalah inkubator, autoklaf, mikroskop, mikropipet, *weathermeter*, *luxmeter*, dan alat-alat gelas untuk kultivasi mikroorganisme.

Pengambilan sampel

Pada setiap area, sampling dilakukan secara acak di dua titik, dan dilakukan tiga kali pengulangan pada hari yang berbeda di jam yang sama, yaitu dalam kisaran pk.11-13.

Waktu tersebut merupakan waktu dengan pengunjung terpadat di Blok M Square berdasarkan hasil survey pendahuluan. Penjeratan mikroorganisme dilakukan selama 5 menit, mengikuti metode *National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH)* tentang *Manual Analytic Method*. Pada saat sampling udara dilakukan pengukuran faktor-faktor fisik berupa suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Analisis Data

Pemeriksaan bakteri dan jamur dihitung dengan rumus: konsentrasi bakteri atau jamur dalam satuan $\text{CFU}/\text{m}^3 = \text{jumlah koloni bakteri atau jamur per } \text{m}^3 \text{ volume udara}$, sedangkan volume udara dalam ruangan dalam satuan $\text{m}^3 = \text{lama pengambilan sampel dalam menit dikali } 0,0283 \text{ m}^3 \text{ per menit}$ (NIOSH 1997). Distribusi data konsentrasi bakteri dan jamur diperiksa dengan uji normalitas. Kemudian konsentrasi bakteri dan jamur dianalisis apakah terdapat perbedaan di antara gedung parkir, arena bermain anak dan *food court*. Sementara itu, keeratan hubungan antar faktor-faktor fisik udara (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya) dengan konsentrasi bakteri dan jamur diperiksa dengan uji korelasi *Pearson*. Seluruh uji statistika dilakukan dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Pemeriksaan mikroorganisme dilanjutkan dengan pengamatan morfologi koloni dan sel, termasuk pewarnaan Gram dan endospora untuk bakteri, kemudian melakukan pendugaan identitasnya berdasarkan referensi mikroorganisme udara. Persebaran tiap koloni yang berbeda dalam tiap area dihitung dari kemunculan koloni itu per total macam koloni dikali 100%.

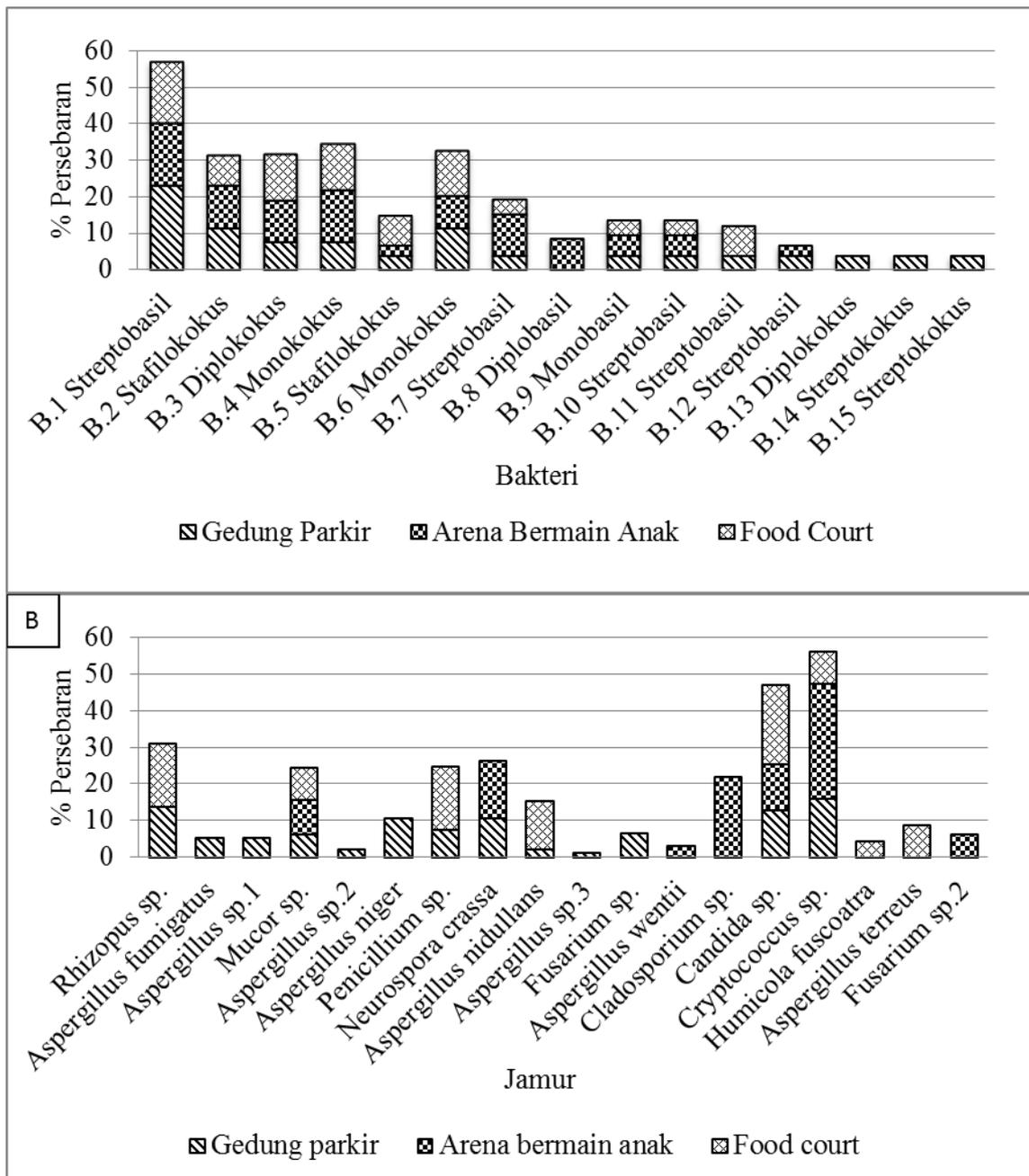
HASIL DAN PEMBAHASAN

Konsentrasi bakteri dan jamur udara

Konsentrasi dan jumlah macam bakteri dan jamur di udara di Blok M Square menunjukkan perbedaan di antara ketiga area (Tabel 1). Hasil analisis variansi ($\alpha=0,05$) menunjukkan bahwa konsentrasi bakteri dan jamur pada gedung parkir lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan konsentrasi bakteri dan jamur pada arena bermain anak dan *food court*. Demikian pula pada jumlah

Tabel 1. Konsentrasi dan jumlah macam bakteri dan jamur udara diBlok M Square

Area	Konsentrasi rata-rata (CFU/m ³)		Jumlah macam koloni	
	Bakteri	Jamur	Bakteri	Jamur
Gedung parkir	200,17	109,54	14	12
Arena bermain anak	101,17	37,69	11	6
Food court	53,33	27,09	10	8



Gambar 1. Persebaran mikroorganisme udara di ketiga arena di Blok M Square. A) Persebaran bakteri; B) Persebaran jamur

macam koloni berdasarkan morfologinya, pada udara gedung parkir paling tinggi dibandingkan dengan kedua area lainnya.

Persebaran bakteri dan jamur udara

Dengan asumsi bahwa morfologi koloni yang berbeda merupakan jenis bakteri yang berbeda yang tumbuh pada medium yang sama (*plate count agar*), persebaran jenis bakteri udara di ketiga area di Blok M Square ditampilkan pada Gambar 1A. Bakteri udara yang mendominasi ketiga area di Blok M Square, terutama di gedung parkir, adalah yang memiliki ciri streptobasil (B.1), diikuti oleh monokokus (B.4 dan B.6). Beberapa jamur mendominasi ketiga area di dalam Blok M Square, seperti *Cryptococcus* sp., *Aspergillus* spp., *Penicillium* sp. dan *Candida* sp. (Gambar 1B). Seperti halnya bakteri, gedung parkir adalah lokasi yang paling banyak ditemukan jamur.

Hubungan konsentrasi bakteri dan jamur dengan faktor-faktor fisik udara

Faktor-faktor fisik udara yang diukur berupa suhu, kelembaban dan intensitas cahaya memiliki perbedaan di antara ketiga area di dalam Blok M Square (Tabel 2). Hasil analisis korelasi Pearson ($\alpha=0,05$) menunjuk-

kan bahwa terdapat korelasi linier yang kuat ($R= 0,615$) di antara suhu, kelembaban dan intensitas cahaya, terhadap konsentrasi bakteri. Kontribusi faktor-faktor fisik tersebut terhadap konsentrasi bakteri adalah sebesar 37,8% ($R^2= 0,378$); sedangkan 62,2% dipengaruhi oleh faktor lain. Sementara itu, korelasi faktor-faktor fisik terhadap konsentrasi jamur lebih kuat ($R= 0,748$), dengan kontribusi faktor fisik terhadap konsentrasi jamur sebesar 55,9%; sedangkan 44,1% dipengaruhi oleh faktor lain.

Pada penelitian ini kondisi ruangan saat pengambilan datadiamati pula, yang dinilai secara kualitatif (Tabel 3). Hanya gedung parkir yang tidak dilengkapi pengatur suhu ruang, dengan kondisi dinding dan lantai yang kotor dan basah.

Hasil pemeriksaan kualitas mikrobiologis udara gedung parkir, arena bermain anak dan *food court* di Blok M Square dan analisisnya menunjukkan bahwa konsentrasi bakteri dan jamur udara (Tabel 1) di pusat perbelanjaan dipengaruhi oleh area di dalamnya. Hal ini dipengaruhi oleh perbedaan faktor-faktor fisik udara (Tabel 2) dan kondisi ruangnya (Tabel 3).

Tabel 2. Hasil pengukuran faktor-faktor fisik udara di ketiga area dalam Blok M Square

Area	Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (Lux)
Gedung parkir	28,2–29,2	70,1-81,5	10-25
Arena bermain anak	24,6-26,1	69-76,5	120-169
<i>Food court</i>	24,8-26,5	69-74,8	55-95

Tabel 3. Hasil observasi kondisi ruangan saat pengambilan data

Hal yang diamati		Gedung Parkir	Arena Bermain Anak	<i>Food court</i>
Luas ruangan (m^2)		4275	1410	4170
Air conditione (AC)	Jenis AC	<i>Exhaust Fan</i> *	Sentral	Sentral
	Kondisi	Menyala	Menyala	Menyala
Dinding	Jenis Dinding	Tembok	Tembok	Tembok
	Kondisi	Kotor	Bersih	Bersih
Lantai	Jenis Lantai	Beton	Keramik	Keramik
	Kondisi	Kotor, Basah	Bersih, Kering	Bersih, Kering
Pencahayaannya	Sumber Cahaya	Neon	Neon	Neon
	Kondisi	Menyala	Menyala	Menyala
Jumlah neon		565	513	226

Keterangan: *Tidak Ada Pendingin Ruangan (AC)

Belum terdapat standar khusus untuk kualitas udara di pusat perbelanjaan, sehingga perbandingan konsentrasi mikroorganisme mengacu pada standar kualitas udara dalam ruangan secara umum. Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan kualitas udara dalam ruangan dalam Keputusan Menteri Kesehatan No. 1405 Tahun 2002 Tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri. Dalam keputusan tersebut telah ditetapkan bahwa standar untuk total mikroba (bakteri, jamur dan spora jamur) adalah kurang dari 700 CFU/m³ dan bebas mikroba patogen. Dengan demikian, konsentrasi bakteri dan jamur udara di ketiga area dalam Blok M Square yang ≤ 200 CFU/m³ menunjukkan bahwa kualitas udara masih memenuhi standar Pemerintah Indonesia. Menurut Fabian *et al.*, (2005), literatur dan regulasi standar mengenai bioaerosol di dalam ruangan masih terbatas dan belum disepakati. Sebagai contoh, American Conference of Governmental Industrial Hygienists (ACGIH) menetapkan batas <100 CFU/m³ untuk bakteri dan jamur; Health and Welfare Departmentin Canada menetapkan 150 CFU/m³ dengan banyak spesies adalah kondisi normal, sedangkan 50 CFU/m³ pada satu spesies fungi dikatakan butuh investigasi segera. *World Health Organization* (WHO) menetapkan 500 CFU/m³ merupakan kondisi yang dapat diterima (Heseltine & Rosen, 2009). Dengan demikian, konsentrasi bakteri dan jamur udara di ketiga area dalam Blok M Square merupakan kondisi yang dapat diterima menurut WHO, tetapi tidak memenuhi standar menurut ACGIH dan Canada.

Konsentrasi bakteri udara pada ketiga area di Blok M Square lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Li *et al.*, (2001) yang menyebutkan konsentrasi bakteri udara di dalam beberapa pusat perbelanjaan di Hong Kong melebihi 1000 CFU/m³. Selain itu, konsentrasi jamur udara pada ketiga area di Blok M Square lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nunes *et al.*, (2005) di beberapa pusat perbelanjaan di Rio de Janeiro, Brazil, yaitu 300-1000 CFU/m³.

Lebih tingginya konsentrasi dan jumlah macam bakteri dan jamur pada gedung parkir dapat disebabkan oleh kondisi area yang lebih dinamis oleh adanya kendaraan yang masuk dan keluar. Selain itu, sifat mobilitas kendaraan bermotor di area gedung parkir lebih tinggi daripada mobilitas manusia di dalam area lain (arena bermain anak dan *food court*). Mobilitas yang tinggi masuk dan keluar suatu area dapat menyebabkan terbawa masuknya polutan, termasuk mikroorganisme, dari luar ke dalam area yang terbawa oleh kendaraan. Hasil laporan Bartlett *et al.*, (2003) menunjukkan bahwa konsentrasi mikroorganisme di udara *outdoor* lebih tinggi 5-10 kali lipat daripada udara *indoor*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Li *et al.* (2001) yang menyimpulkan bahwa pusat perbelanjaan yang dilengkapi dengan fasilitas gedung parkir, dengan kendaraan yang parkir, masuk dan keluar menyebabkan konsentrasi bakteri yang tinggi.

Bakteri yang memiliki persebaran tertinggi pada gedung parkir (23%), arena bermain anak (17,14%) dan *food court* (16,7%) di Blok M Square adalah bakteri B1 dengan karakteristik Gram positif, susunan streptobasil, dan memiliki endospora. Ciri-ciri bakteri udara tersebut menyerupai *Bacillus subtilis*, berdasarkan buku *Foundation in Microbiology* (Talaro & Talaro, 1996) dan buku *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology* (Holt & Bergey, 1994). *Bacillus subtilis* mampu membentuk endospora dorman yang sangat tahan terhadap kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan, yang mudah disebarkan oleh angin untuk bermigrasi dalam jarak yang jauh (Earl *et al.*, 2008). Selain itu, hal yang menjadi perhatian adalah beberapa bakteri menunjukkan karakteristik seperti patogen asal udara. Misalnya, bakteri B.3 dengan karakteristik diplokokus Gram positif berpotensi sebagai *Haemophilus* dan *Neisseria meningitides*; bakteri B.13 memiliki karakteristik diplokokus Gram negatif, yang berpotensi sebagai *Diplococcus pneumoniae*. Ketiga patogen tersebut dapat menyebabkan infeksi pada selaput yang menyelimuti otak dan sumsum tulang belakang (meningitis), infeksi darah dan infeksi berat lainnya pada dewasa dan anak-anak (Hart & Rogers, 1993).

Menurut Górny & Dutkiewicz (2002), meskipun konsentrasi mikroorganisme di bawah ambang batas yang ditetapkan, adanya mikroorganisme patogen di udara harus diwaspadai karena akan menyebabkan masalah kesehatan.

Dari total 18 jenis jamur yang ditemukan pada seluruh sampel udara, 12 jenis jamur berpotensi sebagai patogen ditemukan di gedung parkir, yaitu *Rhizopus* sp., *Aspergillus fumigatus*, *A.niger*, *Aspergillus* sp.1, *Aspergillus* sp.2, *Aspergillus* sp.3, *Penicillium* sp., *Fusarium* sp.1, *Neurospora crassa*, *Candida* sp., *Cryptococcus* sp dan *Mucor* sp.. Hal ini berarti gas buangan kendaraan bermotor dalam gedung parkir tidak menghambat keberadaan jamur-jamur tersebut. Beberapa jenis jamur di area *food court* ditemukan dengan persentasi yang tinggi dibandingkan di area lain, yaitu *Rhizopus* sp. (17,39%), *Penicillium* sp. (17,39%), dan *Candida* sp. (21,74%). Hal tersebut diduga disebabkan karena pada area *food court* terdapat berbagai bahan-bahan organik, seperti asam-asam lemak, yang bertebaran di udara oleh aktivitas memasak. Contoh bahan-bahan organik vola-til yang beraosisasi kuat dengan konsentrasi bakteri dan jamur di udara adalah alkohol dan keton (Fabian *et al.*, 2005). Menurut Yusup *et al.*, (2014), mikroorganisme udara di restoran terbawa oleh *particulate matter* dan dapat meningkatkan resiko kontaminasi makanan dan berasal dari pengunjung dan limbah organik.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi konsentrasi bakteri dan jamur di udara seperti suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya di dalam ruangan. Tinggi atau rendahnya nilai faktor fisik udara diduga dipengaruhi oleh kondisi ruangan pada saat pengamatan. Berdasarkan analisis uji regresi linear berganda dan uji korelasi (R), diketahui terdapat hubungan yang nyata antara faktor fisik udara (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya) terhadap konsentrasi bakteri dan jamur udara di dalam pusat perbelanjaan Blok M Square. Perbedaan sangat jauh tampak pada intensitas cahaya yang rendah di dalam gedung parkir, dibandingkan kedua area lainnya. Intensitas cahaya yang rendah ini merupakan faktor yang menyebabkan tinggi-

nya konsentrasi bakteri dan jamur di udara gedung parkir. Hal lain yang perlu diperhatikan adalah suhu udara di dalam gedung parkir. Hasil penelitian Naddafi *et al.*, (2011) menyebutkan bahwa ruangan dengan suhu 25-38°C memiliki konsentrasi bakteri patogen lebih tinggi dibandingkan dengan ruangan dengan suhu <25°C, karena mendekati suhu tubuh manusia. Oleh karena itu, diperlukan sistem ventilasi dan pengatur suhu udara yang baik di dalam gedung parkir.

Dalam penelitian ini, selain suhu, kelembaban udara dan intensitas cahaya, yang diduga dapat mempengaruhi konsentrasi bakteri dan jamur udara ketiga area di Blok M Square adalah kondisi ruangan seperti yang digambarkan secara kualitatif pada Tabel 3. Lebih tingginya konsentrasi mikroorganisme dalam udara gedung parkir dibandingkan dengan kedua area lainnya disebabkan oleh kondisi dinding dan lantai yang lebih kotor dan lembab, serta pencemaran dari luar ruangan yang terbawa oleh kendaraan dan manusia karena *exhaust fan* yang tidak memadai. Hal ini sejalan dengan pendapat Burge (2001), bahwa sistem ventilasi ruangan dan manajemen polutan di dalam ruangan dapat mempengaruhi konsentrasi bakteri dan jamur udara. Occupational Safety dan Health Administration (2015) menyatakan bahwa penyebab konsentrasi bakteri dan jamur yang tinggi di dalam ruangan gedung komersil adalah tumpahan air, pengendalian kelembaban yang kurang baik, serta rembesan air melalui dinding dan tembok.

KESIMPULAN

Konsentrasi bakteri dan jamur udara pada gedung parkir lebih tinggi dibandingkan dengan arena bermain anak dan *food court* di dalam Blok M Square. Pada ketiga area sampling, konsentrasi bakteri dan jamur masih memenuhi standar <700 cfu/m³ udara, yang ditetapkan dalam Kepmenkes RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002. Terdapat korelasi yang kuat dan pengaruh yang cukup berarti antara konsentrasi bakteri dan jamur terhadap suhu, kelembaban dan intensitas cahaya udara di gedung parkir, arena bermain anak dan *food court* Blok M Square. Perlu diwaspadai

penyebaran bakteri dan jamur yang berpotensi patogenik di udara dalam pusat perbelanjaan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pengelola Blok M Square yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian dan pengambilan sampel udara.

DAFTAR PUSTAKA

- Bartlett, K. H., Lee, K. S., Stephens, G., Black, W., Brauer, M., & Copes, R. (2003). Report on Evaluating Indoor air quality: Test standards for bioaerosols. 99FS-64. University of British Columbia.
- Burge, H. A. (2001). *Indoor Air Quality Hand-book*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Earl, A. M., Losick, R., & Kolter, R. (2008). Ecology and genomics of *Bacillus subtilis*. *Trends Microbiol* 16(6), 269-275. doi: 10.1016/j.tim.2008.03.004.
- Fabian, M. P., Miller, S. L., Reponen, T., & Hernandez, M. T. (2005). Ambient bioaerosol indices for indoor air quality assessments of flood reclamation. *J Aerosol Sci* 36(5): 763-783. doi: 10.1016/j.jaerosci.2004.11.018.
- Górny, R. L., & Dutkiewicz, J. (2002). Bacterial and fungal aerosols in indoor environment in Central and Eastern European countries. *Ann Agric Environ Med* 9: 17-23.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002. *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri*. (10 Oktober 2014). Di akses dari <http://www.Dep-kes.go.id>
- Heseltine, E., & Rosen J. (Eds.). (2009). *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould*. WHO Regional Office Europe.
- Holt, J. C., & Bergey, D. H. (1994). *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology*, 9th ed. Williams & Wilkins. Baltimore.
- Li, W. M., Lee, S. C., & Chan, L. Y. (2001). Indoor air quality at nine shopping malls in Hong Kong. *Sci Total Environ* 273(1), 27-40. doi: 10.1016/S0048-9697(00)00833-0
- Naddafi, K., Jabbari, H., Hoseini, M., Nabizadeh, R., Rahbar, M., & Younesian, M. (2011). Investigation of indoor and outdoor air bacterial density in Tehran subway system. *Iranian Journal of Environmental Health Science & Engineering* 8(4), 383-388.
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). (1997). (akses 2 Oktober 2014). *NIOSH Fact: Indoor Environment Quality (IEQ)*. Diakses dari <http://www.cdc.gov/niosh/topics.indoorenv>
- Nunes, Z. G., Martins, A. S., Altoe, A. L. F., Nishikawa, M. M., Leite, M. O., Aguiar, P. F., & Fracalanza, S. E. L. (2005). Indoor air microbiological evaluation of offices, hospitals, industries, and shopping centers. *Mem Inst Oswaldo Cruz* 100(4), 351-357. doi: 10.1590/S0074-02762005000400003.
- Occupational Safety & Health Administration (OSHA). (2015). *Indoor Air Quality in Commercial and Institutional Buildings*. Maroon Ebooks.
- Syailendra. (2013). *Data Pertumbuhan Mal di Kawasan Jakarta*. (22 November 2015). Diakses dari <http://metro.tempo.co/read/news/2013/09/18/083514312/data-pertumbuhan-mal-di-kawasan-jakarta>
- Talaro, K.P., Talaro, A. (1996). *Foundations in Microbiology Second Edition*. Wm.C. Brown Publisher. New York.
- Yusup, Y., Ahmad, M. I., & Ismail, N. (2014). Indoor air quality of typical Malaysian open-air restaurants. *Environment and Pollution*, 3(4), 10-23. doi:10.5539/ep.v3n4p10.