

GAMBARAN KEBERADAAN BAKTERI *Bacillus sp.* PADA RUANGAN BER-AC DAN NON AC SYSTEMATIC REVIEW

Gabriella Septiani Nasution¹, Euis Alfira Lubis¹

¹Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Medan, Indonesia

*Korespondensi: gabriellaseptiani01@gmail.com

Diterima: 03 Desember 2022

Disetujui: 30 Desember 2022

Dipublikasikan: 31 Desember 2022

ABSTRAK. Pembatasan aktivitas di luar rumah dengan menerapkan WFH (*Work From Home*) yang tertuang pada KEPMENAKER RI Nomor 104 Tahun 2021, dilihat dari keputusan itu masyarakat akan menghabiskan waktu dalam rumah dikarenakan udara sudah banyak tercemar oleh berbagai virus dan bakteri. Di negara berkembang angka kematian terkait pencemaran udara dalam ruang rumah daerah perkotaansebesar 9% dan di pedesaan sebesar 1%. Sebanyak 1.7 juta pasien di Amerika Serikat dengan gangguan sistem imun mengalami infeksi mikroorganisme patogen melalui jalur inhalasi atau kontaminasi oleh *bioaerosol*. *Bacillus sp.* yang diamati mendominasi komunitas *bioaerosol* bakteri dalam sampel udara. Metode penelitian ini menggunakan metode *settle plate*. Memakai prinsip meletakkan cawan petri terbuka pada titik ruangan yang telah ditentukan. Hasil penelitian, bakteri *Bacillus sp.* berhasil diidentifikasi pada ruangan ber – AC maupun *Non AC*. Bakteri gram positif *Bacillus sp.* lebih banyak ditemukan daripada bakteri gram negatif pada udara. *Bacillus sp.* berspora bersifat saprofit dengan nitrogen dan karbon sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Sporangia bersifat resisten terhadap perubahan lingkungan, tahan panas, kering, dan desinfektan kimia. Di udara terbuka, kebanyakan bakteri berasal dari tanah. Bakteri pada udara terbawa oleh debu, uap air, angin dan penghuni ruangan. Bakteri di udara menempel pada permukaan tanah, lantai, ruangan, perabot ruangan maupun penghuni ruangan.

Kata kunci: *Bacillus sp.*, kualitas udara, ventilasi ruangan

ABSTRACT. Restrictions on activities outside the house have required the government to implement a WFH (*Work From Home*) policy as outlined in KEPMENAKER RI (the Decree of the Indonesian Minister of Manpower) Number 104 in 2021. Through this decree, workers will spend a lot of time at home to avoid air that has been polluted by various viruses and bacteria. In developing countries, 9% of deaths are related to indoor air pollution in urban areas, while in rural areas it is 1%. Approximately 1.7 million patients in the United States suffer from impaired immune systems due to infection with pathogenic microorganisms through inhalation or contamination by bioaerosols. *Bacillus sp.*, was observed as a bacterial bioaerosol community that dominates air samples. This study applies the settle plate method which is carried out with the principle of placing an open petri dish at a predetermined point in the room. Through research results, the presence of *Bacillus sp.* can be identified in air-conditioned and non- conditioned rooms. The number of gram-positive bacteria *Bacillus sp.* found more than gram-negative bacteria in the air. *Bacillus sp.* spores are saprophytic with nitrogen and carbon as energy sources for growth. Spores are resistant to environmental changes, heat, dry, and chemical disinfectants. In the open air, most bacteria come from the soil. Bacteria in the air are carried by dust, moisture, wind and occupants of the room. Bacteria in the air stick to the surface of the soil, floors, rooms, room furniture and occupants of the room.

Keywords: *Bacillus sp.*, air quality, room ventilation

PENDAHULUAN

Masa pandemi Covid – 19 ini, WHO (*World Health Organization*) menghimbau untuk selalu menggunakan masker sebagai salah satu upaya pencegahan penularan Covid – 19 yang dapat dibaca pada dokumen WHO “Anjuran

mengenai penggunaan masker dalam konteks Covid – 19” Panduan interim, 5 Juni 2020 dan pebatasan aktivitas di luar rumah dengan menerapkan WFH (*Work From Home*) yang tertuang pada Keputusan Menteri Ketenagakerjaan RI Nomor 104 Tahun 2021, dilihat dari keputusan

itu masyarakat akan menghabiskan waktu dalam rumah dikarenakan udara sudah banyak tercemar oleh berbagai virus dan bakteri. Sebelum masa pandemi Covid – 19, pencemaran udara juga sudah meningkat. Di negara berkembang angka kematian terkait dengan pencemaran udara dalam ruang rumah daerah perkotaan sebesar 9% dan di pedesaan sebesar 1% (Siswanto, 2014). Udara di ruang publik secara tidak disadari mikroorganisme bakteri yang tersebar di udara (*bioaerosol*) menjadi konsumsi banyak orang dengan terhirup dan menimbulkan penyakit infeksi apabila bersifat patogenik. Meskipun belum dimasukkan ke dalam kriteria polutan, *bioaerosol* merupakan parameter kualitas udara yang penting di dalam ruangan karena menyebabkan risiko kontaminasi di antara manusia (Yusup *et al.*, 2014). Sebanyak 1.7 juta pasien di Amerika Serikat dengan gangguan sistem imun mengalami infeksi oleh mikroorganisme patogen melalui jalur inhalasi atau kontaminasi oleh *bioaerosol* (Knowlton *et al.*, 2018).

Ditulis Secara umum, manusia berinteraksi dengan lingkungan yang penuh mikroorganisme, parasit dan virus. Terdapat tiga jalan bagaimana bakteri maupun virus memasuki tubuh manusia, yaitu melalui sistem pernapasan, pencernaan dan kontak kulit (Achmadi, 2013). Berdasarkan informasi dari WHO, dalam ruangan lebih berbahaya pencemaran udaranya daripada luar ruangan yaitu 1000 kali karena di dalam ruangan manusia langsung terpapar. Pada penelitian yang dilakukan oleh NIOSH (*National Institution For Occupational Safety and Health*), menyatakan salah satu pencemaran udara yang berbahaya di dalam ruangan disebabkan oleh mikroorganisme. Jenis – jenis mikroorganisme yang mencemari udara dari Waluyo, 2009 menyatakan bakteri yang sering ditemukan pada umumnya dari jenis basil gram positif baik berspora maupun *non spora*.

Menurut Wulandari (2013), mikrobiologi yang berasal di dalam ruangan misalnya bakteri dan jamur. Mikrobiologi yang tersebar di dalam ruangan dikenal dengan istilah *bioaerosol*. *Bioaerosol* di dalam ruangan dapat berasal dari dalam ruangan atau dari luar ruangan. Bakteri udara yang terdapat di dalam ruangan ber-AC antara lain adalah *Bacillus subtilis* (Fitria, 2008). Penelitian Baurès *et al.*, 2018 melaporkan bahwa

flora bakteri dan jamur yang ditemukan pada udara sebuah Rumah Sakit di Perancis antara lain terdiri dari *Bacillus sp.* Bakteri patogen menyumbang 3.64% dari total bakteri yang ada di udara. Mikroorganisme patogen yang paling melimpah adalah *Staphylococcus saprophyticus*, *Corynebacterium minutissimum*, *Streptococcus pneumoniae*, *Escherichia coli*, *Arcobacter butzleri*, *Aeromonas veronii*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Bacillus cereus*. *S. Saprophyticus* dan *Streptococcus pyogenes* (Gao *et al.*, 2018).

Hasil studi Wismana, 2016 pada karyawan kamar operasi RS Mata Undaan Surabaya, keluhan kesehatan yang dialami adalah kulit kering (80,0%), hidung gatal (35,0%), bersin (30,0%) dan merasakan tenggorokan kering dan gatal (30,0%). Pihak rumah sakit secara rutin telah melakukan pemantauan kualitas mikrobiologi udara ruang 2 kali setiap tahunnya. Namun hasilnya masih belum memenuhi standar baku mutu untuk parameter koloni bakteri udara (*aircount*). Pengukuran koloni bakteri udara dilakukan oleh Laboratorium BBLK Surabaya koloni bakteri yang ditangkap oleh *microbiology air sampler* dari kamar operasi RS Mata Undaan Surabaya, kemudian dilakukan identifikasi bakteri meliputi *Staphylococcus aureus*, *Bacillus sp.*, gram positif batang, gram positif coccus, gram negatif batang dan *Acinetobacter sp.*

Penelitian yang dilakukan Mandal 2011 menyimpulkan bahwa kelembaban yang lebih tinggi menjadi faktor utama timbulnya *bioaerosol* / mikrobiologi udara. Kelembaban sangat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Pada umumnya untuk pertumbuhan bakteri dibutuhkan kelembaban yang tinggi (Kristiani, 2012). Penelitian yang dilakukan pada Pusat Perbelanjaan di Jakarta Selatan tahun 2015 di tiga lokasi yakni gedung parkir, arena bermain anak dan *food court*. Hanya gedung parkir yang tidak dilengkapi pengatur suhu ruang sehingga mempengaruhi faktor fisik udara yaitu suhu, kelembaban dan intensitas cahaya. Hasil penelitian tersebut gedung parkir memiliki 200,17 CFU/m³ dengan 14 jumlah macam koloni, arena bermain anak 101,17 CFU/m³ dengan 11 jumlah macam koloni dan *food court* 53,33 CFU/ m³ dengan 10 jumlah macam koloni. Jumlah rata – rata koloni

bakteri pada ruangan ber – AC adalah 55CFU/m³, sedangkan pada ruangan tanpa AC adalah 43CFU/m³. Bakteri yang teridentifikasi adalah *Bacillus sp.*, *Staphylococcus sp* dan *Escherichiae Coli*. Penelitian ini menyimpulkan bahwa filter AC yang dibersihkan secara berkala dapat menjaga kualitas udara pada ruang tunggu (Fajarwati, 2020).

Dengan asumsi bahwa morfologi koloni yang berbeda merupakan jenis bakteri juga berbeda pada media yang sama. Dari tabel persebaran macam koloni, bakteri *Bacillus sp.* dengan berbagai jenis bakteri basil seperti Streptobasil, Diplobasil, Monobasil, terdapat pada ketiga area yang diteliti dengan beberapa bakteri *Coccus* lainnya. Penelitian tersebut menyimpulkan lebih tingginya konsentrasi mikroorganisme dalam udara gedung parkir dibandingkan dengan kedua area lainnya disebabkan oleh *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. *Bacillus sp.* yang diamati mendominasi komunitas *bioaerosol* bakteri dalam sampel udara (Wei *et al.*, 2015). Dari spesies *Bacillus* diketahui dapat menyebabkan penyakit kulit primer pada manusia dan mengancam jiwa pada pasien immocompromised (Duncan and Smith 2011). (Esteban–Ramos *et al.*, 2006) melaporkan kasus seorang pria berusia 23 tahun yang mengalami onset tertunda keratitis lamellar yang disebabkan oleh *B.megaterium* setelah operasi mata dan kultur bakteri mengungkapkan *Bacillus megaterium*, yang sensitive terhadap semua antibiotic yang diuji (profilaksis antibiotic *fluoroquinolone*). Selain itu, Pada tahun 2011, Duncan dan Smith melaporkan seorang wanita berusia 25 tahun yang memiliki infeksi kulit primer terdapat lesi di pergelangan kaki kirinya yang disebabkan oleh bakteri ini (Duncan and Smith 2011). Hasil penelitian lainnya melaporkan bahwa *B.megaterium* pada wanita Cina berusia 50 tahun menyebabkan abses otak. Meskipun antibiotik diketahui efektif memberantas *B.megaterium*, akan tetapi bakteri telah membentuk spora, sehingga sulit untuk mengobatinya (Guo *et al.*, 2015).

Perawatan dan pengendalian konsentrasi bakteri ini harus diperhatikan mengingat setiap orang memiliki sistem kekebalan tubuh yang berbeda. Berdasarkan penjelasan di atas menunjukkan bahwa kualitas udara dari segi bakteriologi merupakan hal yang harus diperhatikan guna menjaga terjadinya penyebaran penyakit, maka dilakukan penelitian ini untuk mengetahui keberadaan bakteri *Bacillus sp.* pada ruangan yang ber AC dan *Non AC* melihat dari nilai faktor – faktor fisik udara (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya) sudah sangat berbeda kadarnya. Bakteri ini dapat menjadi sumber penyakit seperti meningitis, infeksi saluran kemih, dan infeksi sendi. Bakteri sangat mudah masuk ke dalam tubuh dan menyebabkan masalah kesehatan, terutama untuk orang – orang yang imun tubuhnya sedang lemah (Fajarwati, 2020).

METODE

Jenis penelitian yang digunakan adalah Penelitian Studi Literatur dengan desain Deskriptif. Jenis penelitian yang tujuannya untuk menyajikan jumlah koloni bakteri serta gambaran keberadaan bakteri *Bacillus sp.* pada ruangan yang diteliti. Penelitian ini tidak hanya terbatas pada masalah pengumpulan atau penyusunan data tetapi juga meliputi analisis dan interpretasi. Variabel yang diteliti pada penelitian ini adalah suhu, kelembaban, pencahayaan dan ventilasi dalam ruang baik ber – AC dan *Non AC*.

Observasi kondisi ruangan saat pengambilan sampel yaitu kondisifisik area (suhu, kelembaban dan intensitas cahaya).

Indikator yang diamati

Pendingin ruangan : Ada atau tidaknya pendingin ruangan (*Air Conditioner*), dalam kondisi menyala atau tidak.

Alat *Thermohygrometer* adalah alat yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban dengan menggunakan metode pembacaan langsung.

Prosedur kerja alat *Thermohygrometer*

Siapkan alat *thermohygrometer* (pastikan baterai dalam keadaan terpasang). Tekan tombol *clear* agar angka dalam keadaan netral. Alat akan menunjukkan besar suhu dan kelembaban dalam

ruangan tersebut. Baca hasil yang tampak pada layar *hygrometer*.

Pencahayaan : Sumber cahaya untuk penerang ruangan, kondisi dan jumlah sumber cahaya dalam ruangan.

Alat *Lux Meter* adalah alat yang digunakan untuk mengukur pencahayaan dengan metode pembacaan langsung.

Prosedur kerja alat *Lux Meter*.

Tekan tombol *On*. Kisaran range yang akan diukur (2.000 *lux*, 20.000 *lux* atau 50.000 *lux*) dipilih pada tombol range. Sensor cahaya diarahkan pada permukaan yang akan diukur kuat penerangannya. Hasil pengukuran dilihat pada layar panel.

Setelah observasi kondisi ruangan, dilanjutkan dengan pengukuran mikroorganisme udara.

Pengambilan Sampel

Cawan petri yang berisi media NA (*Nutrien Agar*) diletakkan dan dibuka selama 30 menit di dalam ruangan. Dalam satu ruangan digunakan 5 cawan petri yang berisi media NA. Setelah itu cawan petri ditutup dan disimpan di dalam *cool box* selama perjalanan menuju laboratorium (Imaniar *et al.*, 2015). APHA, AWWA & WEF SM 9020 (2005) menyarankan pengambilan sampel /m² /15menit dengan cawan berdiameter 9 cm.

Penanaman dan Pemiakan

Inkubasi media NA yang berisi sampel penelitian dengan keadaan terbalik pada suhu 37°C selama 2x24 jam. Koloni bakteri yang tumbuh dilanjutkan karakteristik makroskopik dan mikroskopik.

Penghitungan Jumlah Koloni Bakteri

Dihitung koloni yang tumbuh pada media NA yang telah dilakukan penanaman pada suhu 37°C selama 2x24 jam menggunakan koloni *counter* dengan satuan CFU/m³.

Pemurnian isolat

Bakteri yang tumbuh pada media NA, kemudian diinokulasi ke media NA dengan metode gores dan menginkubasi kembali selama 2x24 jam dengan suhu 37°C.

Pengamatan Makroskopis Dan Mikroskopis

Media NA dari pemurnian isolat dilakukan identifikasi secara makroskopis terhadap bentuk, ukuran, warna, permukaan dan tepi koloni mikroorganisme yang tumbuh. Koloni dengan ciri – ciri dan bentuk yang berbeda – beda diambil dan dilakukan pewarnaan gram.

HASIL

Setelah dilakukan pemilihan penelitian mengenai keberadaan bakteri *Bacillus sp.* pada ruangan ber – AC dan *Non AC* yang telah direview dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 1. Hasil Penelitian

No	Author (Penulis), Tahun, Volume, Angka	Judul	Metode (Desain, Sampel, Variabel, Instrumen, Analisis)	Parameter dan alat Ukur	Hasil Penelitian	Resume
1.	Erin Imaniar, 2015, ISSN 2337-3776	Kualitas Mikrobiologi Udara di Inkubator Unit Perinatologi Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Abdul Moeloek Bandar Lampung	Pengambilan sampel udara di inkubator dilakukan dengan metode <i>settle plate</i> dengan meletakkan <i>plate PCA (Plate Count Agar)</i> yang dibuka dalam inkubator.	Pengukuran kualitas mikrobiologi udara yaitu indeks kuman yang dihitung dengan metode <i>Total Plate Count</i> (TPC). Identifikasi bakteri dilakukan dengan pewarnaan gram, kultur bakteri dan uji biokimia.	Pada 16 titik pengambilan sampel, didapatkan 13 sampel positif tumbuh bakteri dan 3 sampel tidak tumbuh bakteri / negatif dengan indeks angka kuman mulai dari 8,16 CFU/m ³ dan yang tertinggi 179,52 CFU/m ³ . Hasil identifikasi bakteri pada udara	Tidak ditemukan bakteri <i>Bacillus sp.</i> pada udara di inkubator Unit Perinatologi

di tempat pengambilan sampel
Staphylococcus aureus,
Streptococcus pneumonia,
Neisseria sp.,
E.coli, *Shigella sp.*,
Salmonella sp.,
E.aerogenes.,
P.aerogenosa., dan
Klebsiella pneumonia.

- | | | | | | | |
|----|--|--|--|--|---|---|
| 2. | Dhea Fajarwati, 2020, 545/TA-SS/TL-1/FT/XII/2020 | Penghitungan Koloni Bakteri Pada Filter AC (<i>Air Conditioner</i>) Dan Udara Dalam Ruang Tunggu Pelayanan Medis | Penelitian ini menerapkan cara <i>settle plate</i> , meletakkan cawan petri setinggi satu meter dari lantai selama lima menit di dalam ruang tunggu. | Perhitungan koloni bakteri dan identifikasi bakteri | Hasil penelitian menunjukkan jumlah rata – rata koloni bakteri pada ruangan ber – AC dengan suhu 24,6°C dan kelembaban 57% adalah 55 CFU/m ³ , sedangkan pada ruangan tanpa AC dengan suhu 27,3°C dan kelembaban 46% adalah 43 CFU/m ³ . Bakteri yang teridentifikasi adalah <i>Bacillus sp.</i> , <i>Staphylococcus sp.</i> , dan <i>Escherichiae coli</i> . | Terdapat hubungan yang signifikan antara adanya AC pada ruangan dengan jumlah koloni yang tumbuh baik ruangan ber – AC dan <i>Non AC</i> tidak menghalangi keberadaan bakteri <i>Bacillus sp.</i> |
| 3. | Zhiguo Fang, 2014, ISSN : 1680-8584 print/2071-1409 online | <i>Characteristic and Concentration Distribution of Culturable Airborne Bacteria in Residential Environmens in Beijing</i> | Pengambilan sampel bakteri dengan metode <i>settle plate</i> ditempatkan di ruang tamu untuk mengumpulkan sampel yang <i>representatif</i> . Pengumpulan satu kali selama tiga menit setiap hari berturut – turut tiga hari dilakukan. | Karakteristik dan sebaran konsentrasi bakteri udara di lingkungan tempat tinggal di Cina, bakteri gram positif dibandingkan dengan bakteri gram negatif. | Bakteri gram positif lebih banyak dibandingkan bakteri gram negatif. Untuk musim dingin, 148 CFU/m ³ , diidentifikasi 59 spesies dari 24 genus bakteri di udara dan genus bakteri paling umum adalah <i>Micrococcus sp.</i> (30,4%), <i>Bacillus sp.</i> (16,9%), <i>Staphylococcus sp.</i> (12,8%), <i>Kocuria</i> (10,8%) dan <i>Arthrobacter</i> (5,4%). Di musim panas, 168 CFU/m ³ memiliki 65 | Ditemukan bakteri <i>Bacillus sp.</i> yang paling banyak dijumpai di udara setelah bakteri <i>Micrococcus sp.</i> |

- spesies dan 26 genus diisolasi dan diidentifikasi. Kelompok bakteri yang paling umum adalah *Micrococcus sp.* (25,0%), *Bacillus sp.* (14,3%), *Staphylococcus sp.* (14,3%), *Kocuria sp.* (9,5%) dan *Brevundimonas sp.* (8,3%).
4. Eko Pujadi, 2016, *Jurnal Biologi Vol. 8 (2) 2015* Kualitas Mikrobiologis Udara di salah satu Pusat Perbelanjaan di Jakarta Selatan Pen-
jeratan mikroorganismen dilakukan selama 5 menit, mengikuti metode *settle plate*. Perbedaan konsentrasi bakteri 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 udara. Bakteri yang memiliki persebaran tertinggi pada gedung parkir dengan suhu 28,2 – 29,2°C, kelembaban 70,1 – 81,5% serta Intensitas cahaya 10 – 25 *lux* yang tidak ada AC memiliki persebaran bakteri (23%), arena bermain anak dengan AC bersuhu 24,6 – 26,1°C, kelembaban 69 – 76,5% serta Intensitas cahaya 120 – 169 *lux* memiliki persebaran bakteri sebesar (17,14%) dan *food court* ber – AC dengan suhu 24,8 – 26,5°C, kelembaban 69 – 74,8% serta intensitas cahaya 55 – 95*lux* memiliki persebaran bakteri sebesar (16,7%) di Blok M Square adalah bakteri B1 dengan karakteristik Gram positif, susunan *streptobasil*, dan memiliki endospora. Ciri-ciri bakteri udara tersebut menyerupai Terdapat hubungan yang signifikan antara tidak adanya AC pada ruangan dengan jumlah persebaran yang lebih tinggi pada gedung parkir dan baik ruangan ber – AC dan *Non AC* tidak menghalangi keberadaan bakteri *Bacillus sp.*

					<i>Bacillus sub-tilis</i>	
5.	Eka Sukmawaty, 2017, ISBN : 978-602-72245-2-0	Kualitas Bakteriologi Udara Dalam Ruang Perawatan VIP Anak RSUD H. Padjonga Daeng Ngalle Kabupaten Takalar	Penelitian kualitatif dengan metode <i>settle plate</i>	Waktu pengambilan sampel, jumlah pengunjung RS, kelembaban, suhu udara dan pencahayaan	Terdapat beberapa morfologi koloni yang berbeda berdasarkan pengamatan makroskopis dan pada pengamatan mikroskopis didapatkan gram positif yang paling banyak ditemukan. Angka kuman melebihi batas yang ditentukan sesuai Kepmenkes No. 1405 tahun 2004 yaitu melebihi 500 CFU/m ³ . Tingginya jumlah koloni dipengaruhi waktu pengambilan sampel ruangan dengan jumlah bakteri paling tinggi ada di ruangan anak kelas II yaitu sebesar 5584,09 CFU/m ³ . Dan keberadaan <i>Streptobasil</i> pada ruang VIP 6 di waktu pengambilan sampel jam 12.00 WITA	Masih ditemukannya keberadaan bakteri <i>Bacillus sp.</i> pada udara dalam ruang perawatan VIP anak.

Tabel 2. Pemeriksaan Fisik Ruangan

No.	Author (Penulis), Tahun, Volume, Angka	Lokasi Penelitian	Waktu	Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Intensitas Cahaya (<i>lux</i>)	AC
1.	Erin Imaniar, 2015, ISSN 2337-3776	16 Inkubator bayi Unit Perinatologi	Sewaktu	-	-	-	-
2.	Dhea Fajarwati, 2020, 545/TA-SS/TL-1/FT/XII/2020	Ruang tunggu ber - AC	15.20 WIB	24,6	57	-	Ada
		Ruang tunggu non AC	16.00 WIB	27,3	46	-	Tidak ada
3.	Zhiguo Fang, 2014, ISSN : 1680-8584 print/2071-1409 online	Rumah hunian	Musim dingin	-	-	-	Ada
		Rumah hunian	Musim panas	-	-	-	Ada

4.	Eko Pujjadi, 2016, <i>Jurnal Biologi Vol. 8 (2) 2015</i>	Gedung parkir	11.00 13.00 WIB	-	28,2 – 29,2	70,1 – 81,5	10 – 25	Tidak ada
		Arena bermain anak	11.00 13.00 WIB	-	24,6 – 26,1	69 – 76,5	120 – 169	Ada
		Food court	11.00 13.00 WIB	-	24,8 – 26,5	69 – 74,8	55 – 95	Ada
5.	Eka Sukmawaty, 2017, ISBN : 978-602-72245-2-0	Ruang perawatan VIP Anak	12.00 WITA	-	-	-	-	-
			19.00 WITA	-	-	-	-	-

Note : - Tidak ada disebutkan pada jurnal

Tabel 3. Perhitungan Koloni dan Keberadaan *Bacillus sp.*

No.	Author (Penulis), Tahun, Volume, Angka	Lokasi	Waktu	Koloni Bakteri (CFU/m ³)	<i>Bacillus sp.</i>	
1.	Erin Imaniar, 2015, ISSN 2337-3776	16 Inkubator bayi Unit Perinatologi	Sewaktu	13 sampel positif tumbuh bakteri dan 3 sampel tidak tumbuh bakteri / negatif dengan indeks kuman mulai dari 8,16 dan yang tertinggi 179,52	Tidak teridentifikasi	
2.	Dhea Fajarwati, 2020, 545/TA-SS/TL-1/FT/XII/2020	Ruang tunggu ber - AC	15.20 WIB	55	Teridentifikasi	
		Ruang tunggu non AC	16.00 WIB	43	Teridentifikasi	
3.	Zhiguo Fang, 2014, ISSN : 1680-8584 print/2071-1409 online	Rumah hunian	Musim dingin	148	Teridentifikasi	
			Musim panas	168	Teridentifikasi	
4.	Eko Pujjadi, 2016, <i>Jurnal Biologi Vol. 8 (2) 2015</i>	Gedung parkir	11.00 13.00 WIB	-	200,17	Teridentifikasi
		Arena bermain anak	11.00 13.00 WIB	-	101,17	Teridentifikasi
		Food court	11.00 13.00 WIB	-	53,33	Teridentifikasi
5.	Eka Sukmawaty, 2017, ISBN : 978-602-72245-2-0	Ruang perawatan VIP Anak	12.00 WITA	4312,57	Teridentifikasi	
			19.00 WITA	3474,96	Tidak teridentifikasi	

Faktor – faktor fisik udara yang diukur berupa suhu, kelembaban dan intensitas cahaya memiliki perbedaan di antara kelima lokasi ditampilkan dalam Tabel Konsentrasi dan jumlah macam bakteri udara menunjukkan perbedaan di lima lokasi.

Hasil Penelitian 4 menyatakan bahwa penggunaan AC dengan suhu 24,8 – 26,5°C, kelembaban 69 – 74,8% serta intensitas cahaya 55

– 95 lux memiliki persebaran bakteri sebesar (16,7%) dapat mengurangi bahan partikulat dalam ruangan secara signifikan bahkan mengurangi jumlah bakteri dan spora lebih besar daripada ruangan tanpa AC gedung parkir dengan suhu 28,2 – 29,2°C, kelembaban 70,1 – 81,5% serta Intensitas cahaya 10 – 25 lux dengan persebaran bakteri (23%), dan berbanding terbalik dengan hasil penelitian 2 pada ruangan ber – AC memiliki suhu

24,6°C dan kelembaban 57% dengan jumlah 55 CFU/m³, sedangkan pada ruangan tanpa AC dengan suhu 27,3°C dan kelembaban 46% adalah 43 CFU/m³. Hasil penelitian 2 memiliki hasil yang berbanding terbalik dikarenakan ruangan ber – AC cenderung tertutup, hal ini dapat mempengaruhi keberadaan bakteri dalam udara ruangan tersebut, dan menyebabkan udara di dalam ruangan tidak sehat. Sedangkan pada ruangan tanpa AC ventilasi cenderung terbuka karena digunakan sebagai media pertukaran udara dari dalam keluar ruangan.

Hasil penelitian 3 sejalan dengan hasil penelitian 5, bahwa bakteri gram positif *Bacillus sp.* lebih banyak di temukan daripada bakteri gram negatif pada udara. *Bacillus sp.* berspora bersifat saprofit dengan menggunakan nitrogen dan karbon sebagai sumber energi dan pertumbuhannya. Sporangia bersifat resisten terhadap perubahan lingkungan, tahan panas, kering, dan desinfektan kimia.

Di udara terbuka, kebanyakan bakteri berasal dari tanah. Bakteri pada udara kemungkinan terbawa oleh debu, uap air, angin dan penghuni ruangan. Bakteri di udara biasanya menempel pada permukaan tanah, lantai, ruangan, perabot ruangan maupun penghuni ruangan. Semua bakteri yang diidentifikasi di atas adalah flora normal ataupun bersifat kontaminan udara. Flora normal adalah mikroorganisme baik bakteri maupun jamur yang hidup di jaringan tubuh manusia tertentu yang bersifat komensal dan tidak menimbulkan penyakit pada orang dengan sistem imun baik dan berpotensi untuk menimbulkan gangguan bagi orang dengan sistem imun rendah.

PEMBAHASAN

Lima penelitian mengenai keberadaan bakteri *Bacillus sp.* pada ruangan ber – AC dan *Non AC* yang telah direview pengambilan sampel udara dilakukan dengan cara yang sama yaitu meletakkan cawan petri berisi agar secara representatif. Pengukuran kualitas mikrobiologi udara yaitu indeks angka kuman yang dihitung dengan metode *Total Plate Count* (TPC). Ruangan pada penelitian disini dapat berarti rumah sakit (penelitian 1, penelitian 2 dan penelitian 5), rumah hunian (penelitian 3) dan pusat perbelanjaan (penelitian 4).

Hasil penelitian satu pemeriksaan menggunakan media PCA, didapatkan 13 sampel positif tumbuh bakteri dengan indeks angka kuman mulai dari 8,16 CFU/m³ dan yang tertinggi 179,52 CFU/m³. Adanya bakteri udara di inkubator menunjukkan adanya pencemaran udara meskipun indeks angka kuman masih memenuhi persyaratan kesehatan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 7 Tahun 2019 sebesar 200 – 500 CFU/m³, tidak menutup kemungkinan terjadinya infeksi nosokomial mengingat kondisi pasien yang dirawat di ruangan tersebut rentan terjadi infeksi karena sistem imun masih lemah. Hasil identifikasi koloni bakteri didapatkan berbagai bakteri kontaminan udara pada inkubator yaitu : *Neisseria sp.*, *E.coli*, *Shigella sp.*, *Salmonella sp.*, *E.aerogenes.*, *P.aerogenosa.*, dan *Klebsiella pneumonia*.

Hasil penelitian dua melihat dari suhu ruang tunggu pada Rumah Sakit saat dilakukan pengukuran suhu didapat hasil untuk ruang ber – AC yaitu 24,6 °C dan ruang tunggu *non AC* didapat hasil yaitu 27,3 °C. Hasil pengukuran menunjukkan pemeriksaan langsung kualitas fisik dalam setiap ruangan di tiap lokasi menunjukkan nilai setiap suhu ruangan tersebut menurut Kepmenkes No. 7/Menkes/SK/X/2019 bahwa nilai suhu ruangan pada saat pengambilan sampel sudah memenuhi standar baku mutu. Kualitas fisik yaitu kelembaban dalam ruang tunggu pada rumah sakit saat dilakukan pengukuran didapat hasil untuk ruang ber – AC yaitu 57 % dan ruang tunggu tanpa AC didapat hasil yaitu 46 % hal tersebut sudah memenuhi standar baku mutu. Penyebab hasil ruangan AC memiliki konsentrasi lebih tinggi daripada ruangan *non AC*, dikarenakan ruang AC cenderung tertutup, hal ini dapat mempengaruhi keberadaan bakteri dalam udara ruangan tersebut, dan menyebabkan udara di dalam ruangan tidak sehat. Sedangkan pada ruangan tanpa AC ventilasi cenderung terbuka karena digunakan sebagai media pertukaran udara dari dalam keluar ruangan.

Sampel ditanam pada media *Plate Count Agar* (PCA) diinkubasi selama 48 jam pada suhu sekitar 37°C. Setelah 48 jam, koloni bakteri yang tumbuh pada media PCA dihitung. Perhitungan koloni pada media dilakukan secara manual dengan memberi tanda titik pada koloni yang sudah

dihitung. Untuk udara ruang tunggu Rumah Sakit menurut KEPMENKES RI No. 7/MENKES/SK/X/2019 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit (200-500 CFU/m³). Berdasarkan penelitian, dilihat dari hasil yang didapatkan bahwa udara di ruang tunggu rumah sakit masih dibawah standar peraturan KEPMENKES RI. Dengan hasil yang didapat menunjukkan bahwa udara pada ruang tunggu rumah sakit tersebut masih aman untuk pengunjung dan tidak berpotensi menyebabkan penyebaran penyakit yang disebabkan oleh bakteri udara.

Hasil penelitian tiga untuk sampel bakteri menggunakan media NA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi bakteri di udara yang dapat dibiakkan dari rumah berkisar dari 47 CFU/m³ hingga 12341 CFU/m³, dengan rata – rata dan median masing – masing sebesar 1821 dan 877 CFU/m³. Teridentifikasi *Micrococcus sp.*, *Bacillus sp.*, *Kocuria sp.* dan *Staphylococcus*. Selain itu konsentrasi bakteri rata – rata tertinggi di musim semi (169 CFU/m³), diikuti oleh musim panas (168 CFU/m³) dan musim gugur (157 CFU/m³) dan terendah di musim dingin (148 CFU/m³).

Hasil penelitian empat konsentrasi dan jumlah bakteri udara menunjukkan perbedaan di antara ketiga area. Konsentrasi bakteri pada gedung parkir lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dengan konsentrasi bakteri pada arena bermain anak dan *food court*. Dengan asumsi bahwa morfologi koloni yang berbeda merupakan jenis bakteri yang berbeda yang tumbuh pada medium PCA, persebaran jenis bakteri udara di ketiga area, terutama di gedung parkir memiliki persebaran tertinggi diikuti arena bermain anak dan *food court* adalah bakteri dengan karakteristik gram positif, susunan streptobasil dan memiliki endospora. Ciri – ciri bakteri udara dari *Bacillus subtilis*. Terdapat korelasi yang kuat dan pengaruh yang cukup berarti antara konsentrasi bakteri terhadap suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya udara di gedung parkir, arena bermain anak dan *food court*. Dikarenakan AC dapat mengurangi bahan partikulat dalam ruangan secara signifikan bahkan mengurangi jumlah bakteri dan spora lebih besar daripada ruangan tanpa AC. Perlu diwaspadai penyebaran bakteri yang berpotensi patogenik di udara dalam pusat perbelanjaan.

Hasil penelitian lima media NA yang digunakan untuk pengambilan sampel. Hasil pengukuran angka kuman udara pada ruangan perawatan VIP yang diperoleh bahwa angka kuman melewati batas yang telah ditentukan menurut KEPMENKES RI No. 7/MENKES/SK/X/2019. Tinggi jumlah koloni yang tidak memenuhi standar sangat dipengaruhi oleh waktu pengambilan sampel yaitu waktu kunjungan sehingga jumlah pengunjung mempengaruhi jumlah bakteri yang ada dalam ruangan tersebut.

Proses pembersihan ruangan yang tidak dilakukan dengan baik dan sesuai dengan standar maka akan mempengaruhi jumlah koloni bakteri yang ada pada ruangan tersebut, kelembaban tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme, suhu udara terlalu panas maka kualitas udara akan terpengaruh, penerangan pada ruangan sebaiknya diperhatikan karena pencahayaan juga merupakan desinfektan untuk membunuh bakteri, kondisi pintu dalam keadaan terbuka yang dapat menyebabkan kontaminasi dari luar ruangan. Keadaan udara juga sangat mempengaruhi terjadinya infeksi nosokomial misalnya kelembaban udara, suhu dan pergerakan udara.

SIMPULAN

Bakteri *Bacillus sp.* berhasil diidentifikasi pada ruangan baik ber – AC maupun *Non AC*. Bakteri udara pada rumah sakit khususnya ruang perawatan memiliki konsentrasi paling tinggi yakni 4312,57 CFU/m³ dibandingkan dengan gedung parkir di pusat pasar dengan konsentrasi 200,17 CFU/m³ dan rumah hunian dengan konsentrasi 168 CFU/m³ di musim panas. Proses pembersihan ruangan yang tidak dilakukan dengan baik dan sesuai dengan standar maka akan mempengaruhi jumlah koloni bakteri yang ada pada ruangan tersebut, kelembaban tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme, suhu udara terlalu panas maka kualitas udara akan terpengaruh, penerangan pada ruangan sebaiknya diperhatikan karena pencahayaan juga merupakan desinfektan untuk membunuh bakteri.

REFERENSI

Achmadi, U.F. (2013). *Dasar – Dasar Penyakit*

- Berbasis Lingkungan*. Rajawali Pers, Jakarta.
- American Public Health Association (APHA), American Water Works Association. (AWWA), & Water Environment Federal (WEF) Standard Methods No. 9020. (2005).
- Baurès, Estelle et al. (2018). "Indoor Air Quality in Two French Hospitals : Measurement of Chemical and Microbiological Contaminants." *Science of the Total Environment* 642: 168–79.
- Burge, H. A. (2001). *Indoor Air Quality Handbook*. McGraw – Hill Book Company. New York.
- Esteban - Ramos, JC, JJ Servat, S Tauber, and F Bia. 2006. "Bacillus Megaterium Delayed Onset Lamellar Keratitis after LASIK." *Journal of Refractive Surgery* 22(3): 309–12.
- Fajarwati, Dhea. (2020). *Penghitungan Koloni Bakteri Pada Filter AC (Air Conditioner) Dan Udara Dalam Ruang Tunggu Pelayanan Medis*. Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Pasundan Bandung.
- Fang Z, et al., (2014). *Characteristic and Concentration Distribution of Culturable Airborne Bacteria in Residential Environments in Beijing*. Aerosol and Air Quality Research.
- Fitria, L. (2008). Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik dan Kimiawi. *Jurnal Kesehatan* 12,76 – 82.
- Gao, Xin Lei et al., (2018). "Air borne Microbial Communities in the Atmospheric Environment of Urban Hospitals in China." *Journal of Hazardous Materials* 349:10–17.
- Guo, Fu Ping et al., (2015). "Brain Abscess Caused by Bacillus Megaterium in an Adult Patient." *Chinese Medical Journal* 128(11): 1552–54.
- Imaniar, E. dkk. (2015). Kualitas Mikrobiologi Udara di Inkubator Unit Perinatologi Rumah Sakit Umum Daerah Dr. Abdul Moeloek Bandar Lampung. *Jurnal Kualitas Udara*.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 7 Tahun 2019. Standar Dan Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Industri.
- Keputusan Menteri Ketenagakerjaan No. 104 Tahun 2021. *Teknis Penerapan WFH (Work From Home)*.
- Knowlton, Samantha D. et al., (2018). "Bioaerosol Concentrations Generated from Toilet Flushing in a Hospital – Based Patient Care Setting." *Antimicrobial Resistance and Infection Control* 7(16).
- Kristiani, E. (2012). *Efektivitas Penggunaan Radiasi Sinar Ultraviolet dalam Penurunan Jumlah Koloni bakteri Ruang Operasi Rumah Sakit di Daerah Istimewah Yogyakarta* (Universitas Gajah Mada).
- National Institute of Occupational Safety and Health (NIOSH). (1997). *Indoor Environmental Quality*.
- Panduan Interim 5 Juni 2020. *Anjuran Mengenai Penggunaan Masker Dalam Konteks Covid – 19*. Dokumen WHO Regional Office Europe.
- Pudjadi, E. (2015). Kualitas Mikrobiologis Udara Di Salah Satu Pusat Perbelanjaan Di Jakarta Selatan. *Jurnal Biologi* Vol. 8 (2) 2015.
- Siswanto, A. (2014). *Indoor Air Quality*. Surabaya: UPT Keselamatan dan Kesehatan Kerja.
- Waluyo, L. (2007). *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Wei, Kai et al. (2015). "Microbial Aerosol Characteristics in Highly Polluted and Near-Pristine Environments Featuring Different Climatic Conditions." *Science Bulletin* 60 (16): 1439–47.
- Wismana, W. (2016). *Hubungan Karakteristik Karyawan dan Kualitas Mikrobiologi Udara dengan Gangguan Kesehatan*. Universitas Airlangga, Surabaya.
- Wulandari, (2011). Faktor Yang Berhubungan Dengan Keberadaan Streptococcus Di Udara Pada Rumah Susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang Tahun 2013. *Unnes Journal of Public Health*.
- 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.