



Lingkungan Fisik yang Mempengaruhi Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* dalam Ruang Perpustakaan

Diah Putri Lestiani¹ ✉, Eram Tunggul Pawenang¹

¹Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, Indonesia

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima 4 Mei 2018
Disetujui 8 Juni 2018
Dipublikasikan 30 Juli 2018

Keywords:

Physical Environmental,
Presence of *Aspergillus sp.*,
Library

DOI:

<https://doi.org/10.15294/higeia/v2i3/21226>

Abstrak

Perpustakaan adalah salah satu ruangan yang berpotensi mengalami polusi udara dalam ruang oleh kapang patogen *Aspergillus sp.* Angka kejadian aspergillosis di dunia dilaporkan sebanyak 13.456 kasus pada kurun waktu 2006–2015, meningkat 38,2% dari periode sebelumnya. Penelitian ini dilakukan pada tahun 2017, dengan tujuan untuk mengetahui hubungan antara faktor lingkungan fisik dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang. Jenis penelitian ini adalah analitik observasional, dengan desain *cross sectional*. Besar sampel yang ditetapkan adalah 13 dengan teknik *purposive sampling*. Instrumen yang digunakan diantaranya adalah kuesioner, lembar observasi, termometer, higrometer lux meter, dan media PDA. Data dianalisis menggunakan uji t tidak berpasangan, uji *mann whitney*, dan uji *fisher*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *p value* suhu ($p=0,591$), kelembaban ($p=0,153$), intensitas cahaya ($p=0,242$), sistem ventilasi ($p=0,231$), kepadatan ruangan ($p=0,013$), dan sanitasi ruang ($p=0,293$). Simpulan penelitian ini adalah terdapat hubungan antara kepadatan ruang dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang.

Abstract

Library was one of room that has potential indoor pollution by *Aspergillus sp.* as pathogenic mould. Incidence of *Aspergillosis* in the world reported was 13,456 cases in the period 2006-2015, increased 38.2% from the previous period. This research was conducted in 2017, with objective to determine association between physical environmental factors with the presence *Aspergillus sp.* in the library room at Universitas Negeri Semarang. The type of this research was analytic observational with cross sectional design. The sample size was 13 with purposive sampling technique. The instrumens used were questionnaire, observational sheet, thermometer, hygrometer, luxmeter, and PDA medium. Data were analyzed by independent sample t test, mann whitney test, and fisher test. The result showed that *p value* of temperature ($p=0,591$), humidity ($p=0,153$), light intensity ($p=0,242$), ventilation system ($p=0,231$), density of the room ($p=0,013$), and room sanitation ($p=0,293$). The conclusion of this research was there was association between density of the room with the presence of *Aspergillus sp.* mould in the library room at Universitas Negeri Semarang.

© 2018 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung F5 Lantai 2 FIK Unnes
Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang, 50229
E-mail: diahputri19.dpl@gmail.com

p ISSN 1475-362846
e ISSN 1475-222656

PENDAHULUAN

Udara sebagai salah satu komponen lingkungan merupakan kebutuhan yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan. Metabolisme dalam tubuh makhluk hidup tidak akan dapat berlangsung tanpa oksigen yang berasal dari udara. Namun demikian, udara juga dapat mengalami pencemaran, baik di luar ruangan (*outdoor air pollution*) maupun di dalam ruangan (*indoor air pollution*). Kualitas udara dalam ruang sangat mempengaruhi kesehatan manusia karena hampir 90% hidup manusia berada dalam ruangan (Fitria, 2008). Di negara maju diperkirakan angka kematian pertahun karena pencemaran udara dalam ruang rumah sebesar 67% di pedesaan dan sebesar 23% di perkotaan, sedangkan di negara berkembang angka kematian terkait pencemaran udara dalam ruang rumah daerah perkotaan sebesar 9% dan di daerah pedesaan sebesar 1%, dari total kematian (Wulandari, 2013).

Mikroorganisme di udara merupakan unsur pencemaran yang sangat berarti sebagai penyebab gejala berbagai penyakit seperti aspergillosis, mikosis, iritasi mata, kulit, saluran pernapasan (ISPA), dan beberapa penyakit yang menular seperti difteri, *tuberculosis*, pneumonia, dan batuk rejan (Rachmatantri, 2015). Bukti nyata pertumbuhan kapang merupakan bukti yang cukup untuk menentukan adanya kontaminasi mikrobiologis dalam ruangan. Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan kapang diantaranya yaitu kandungan substrat, kelembaban, suhu, derajat keasaman lingkungan, dan bahan kimia. Selain itu, keberadaan oksigen dan air juga mempengaruhi pertumbuhan kapang.

Hasil penelitian Fitria (2008) menunjukkan bahwa suhu udara dalam ruang di 3 ruang perpustakaan fakultas di lingkungan Universitas "X" telah melebihi ambang batas yang diperbolehkan, baik dari kualitas fisik, kimia, maupun biologi. Penelitian Rachmatantri (2015) menyatakan bahwa ada hubungan antara suhu dengan jumlah koloni mikroorganisme dengan korelasi positif signifikan ($r_s=0,62$).

Penelitian Fithri (2016) menyatakan bahwa ada hubungan antara variabel kelembaban dengan variabel jumlah koloni jamur udara dalam ruang kelas dengan nilai r_{hitung} sebesar -0,33. Penelitian Simanjuntak (2015) menyebutkan bahwa kapang udara lebih sedikit ditemukan di ruang perkuliahan menggunakan AC dibandingkan di ruang perkuliahan menggunakan kipas angin.

Hasil penelitian Caesar (2015) menyatakan bahwa kapang udara yang ditemukan pada ruang perkuliahan adalah *Acrenium sp.*, *A. candidus*, *A. clavatus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Bipolaris australiensis*, *Cladosporium cladosporoides*, *Curvularia lunata*, *Cylindrocarpum olidum*, *Penicillium sp.*, *Phytophthora capsici*. Hasil penelitian Aulung (2010) juga menyatakan bahwa kapang udara ditemui di ruang penampungan tenaga kerja di Jakarta yang menggunakan AC adalah *Aspergillus sp.*, *Candida sp.*, *Curvularia sp.*, *Fusarium sp.*, *Rhizopus sp.*, *Penicillium sp.*, *Helminthosporium sp.*, dan *Alternaria sp.* Keanekaragaman kapang pada suatu ruangan berbeda-beda karena dipengaruhi oleh faktor lingkungan dan keadaan ruangan tersebut.

Aspergillus sp. merupakan kapang yang paling mudah tumbuh dimana terdapat bahan organik. Kapang ini merupakan kapang patogen karena dapat menyebabkan *pulmonary aspergillosis*. Angka kejadian aspergillosis di dunia, dilaporkan sebanyak 13.456 kasus pada kurun waktu 2006–2015, meningkat 38,2% dari periode sebelumnya (Paulussen, 2016). Kapang *Aspergillus sp.* ini termasuk kapang yang mudah untuk diidentifikasi dibandingkan jenis kapang lainnya. Hal-hal inilah yang menyebabkan kapang *Aspergillus sp.* dijadikan sebagai indikator pencemaran udara. Batas jumlah koloni kapang yang digunakan sebagai standar kualitatif banyak-sedikit adalah 20 koloni dalam satu cawan petri.

Lingkungan kerja fisik adalah segala sesuatu yang ada di sekitar para pekerja yang dapat mempengaruhi dirinya dalam menjalankan tugas-tugas yang dibebankan, misalnya penerangan, suhu udara, ruang gerak, keamanan, kebersihan, musik, dan lain-lain.

Salah satu ruangan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah perpustakaan. Hal ini disebabkan karena di dalam ruangan perpustakaan terdapat banyak tumpukan buku dan rak buku yang dapat membuat debu dan spora kapang terkonsentrasi di dalam ruangan. Pada akhirnya, gangguan kesehatan akibat kapang di dalam ruangan perpustakaan dapat dialami oleh orang-orang yang beraktivitas di dalam ruang perpustakaan.

Berdasarkan hasil observasi pada bulan Maret 2017, terdapat sejumlah 27 ruang perpustakaan di lingkungan kampus Universitas Negeri Semarang yang terdiri dari 20 ruang perpustakaan tingkat jurusan, 6 ruang perpustakaan tingkat fakultas, dan 1 gedung dengan 2 lantai perpustakaan di tingkat universitas. Selain itu, jumlah mahasiswa Unnes dari tahun ke tahun juga semakin meningkat, dimana hal tersebut berbanding lurus dengan kebutuhan buku sebagai penunjang ilmu pada mahasiswa.

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada 4 April 2017 di ruang perpustakaan FIK lantai 1 dengan pengunjung 24 orang dan perpustakaan FIK lantai 3 dengan pengunjung 23 orang, menunjukkan bahwa dari 10 media PDA yang diletakkan di kedua ruang perpustakaan tersebut, 9 diantaranya positif menunjukkan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* Selain itu, hasil pengukuran kelembaban di kedua ruang menunjukkan bahwa kelembaban telah melebihi standar yang ditetapkan dalam Standar Nasional Perpustakaan tahun 2011 (45–55%) yaitu 73,6% (lantai 1) dan 74,0% (lantai 3). Hasil pengukuran suhu di kedua ruang perpustakaan juga belum memenuhi standar (20–25°C), yakni 27,4°C (lantai 1) dan 29,2°C (lantai 3), sedangkan untuk pencahayaan ruang perpustakaan FIK lantai 1 belum memenuhi standar (<100 lux), yakni 71,6 lux. Untuk sistem ventilasi, kedua ruang tersebut menggunakan sistem ventilasi yang berbeda. Ruang perpustakaan FIK lantai 1 menggunakan sistem ventilasi AC, sedangkan pada lantai 3 menggunakan sistem ventilasi non AC. Hasil wawancara dengan petugas perpustakaan mengungkapkan bahwa kedua ruang

perpustakaan dibersihkan dengan sapu ijuk (lantai 1) dan pel kering (lantai 3) setiap harinya. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan faktor lingkungan fisik dengan keberadaan *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode penelitian analitik observasional dengan desain penelitian *cross sectional*. Populasi dalam penelitian ini yaitu seluruh ruang perpustakaan di Kampus Unnes Sekaran sebanyak 27 ruangan. Teknik pengambilan sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *non probability sampling* dengan metode *purposive sampling*. Besar sampel yang digunakan yaitu sebanyak 13 ruang perpustakaan dengan kriteria inklusi merupakan ruang perpustakaan Universitas Negeri Semarang yang berada di lingkungan kampus Sekaran dan kriteria eksklusi merupakan ruang perpustakaan yang tidak aktif digunakan untuk kegiatan keperpustakaan. Penentuan sampel pada ruang perpustakaan jurusan dilakukan dengan mengambil 2 perpustakaan di 5 fakultas berdasarkan skor tertinggi. Penilaian skoring dihitung dari aspek sistem ventilasi, sumber pencahayaan, penggunaan karpet, penggunaan alas kaki, dan kepadatan ruangan yang dihitung pada saat observasi awal dilakukan. Untuk 2 perpustakaan tingkat fakultas dan 1 perpustakaan tingkat universitas diambil seluruhnya sehingga diperoleh hasil 13 ruang perpustakaan.

Teknik pengumpulan data dilakukan dengan cara pengukuran langsung, observasi, wawancara, dan identifikasi koloni. Pengukuran langsung meliputi pengukuran terhadap suhu udara, kelembaban, intensitas cahaya, dan penangkapan kapang di udara. Observasi dilakukan terhadap sistem ventilasi yang digunakan, wawancara dilakukan untuk menggali informasi terkait sanitasi ruangan, dan identifikasi koloni dilakukan untuk mengumpulkan data keanekaragaman koloni

kapang. Instrumen yang digunakan meliputi termometer, higrometer, lux meter, media *Potato Dextrose Agar* (PDA), lembar observasi, dan kuesioner.

Pengukuran suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang dilakukan menggunakan termometer, hgrometer, dan lux meter masing-masing dilakukan pada 5 titik untuk setiap ruang perpustakaan yang diteliti. Penempatan media PDA dilakukan dengan memperhatikan luas ruang dan tata ruang perpustakaan. Untuk 10 perpustakaan tingkat jurusan dengan luas yang relatif sempit, masing-masing menggunakan 1 media PDA. Sedangkan pada 2 perpustakaan tingkat fakultas dan 1 perpustakaan tingkat universitas yang luas ruangnya relatif luas, masing-masing menggunakan 2 media PDA dan 5 media PDA. Jumlah total media yang digunakan sebanyak 19 media PDA. Penangkapan kapang di udara dilakukan dengan meletakkan media PDA dalam ruangan perpustakaan selama ± 30 menit untuk kemudian dibawa ke laboratorium untuk proses inkubasi. Proses inkubasi berlangsung selama 48-72 jam pada suhu 37°C dengan posisi cawan terbalik agar uap air tidak menimbulkan kontaminasi pada media PDA. Selanjutnya dilakukan identifikasi terhadap koloni kapang yang tumbuh pada media PDA, baik secara makroskopis maupun mikroskopis.

Sumber data dalam penelitian ini terdiri dari dua sumber yaitu data primer dan data sekunder. Data primer penelitian ini adalah data terkait suhu ruangan, kelembaban, intensitas cahaya, sistem ventilasi, sanitasi ruangan, dan data hasil identifikasi kapang. Data sekunder dalam penelitian ini adalah data jumlah pengunjung dan luas ruang perpustakaan, baik di tingkat jurusan, fakultas, maupun universitas. Analisis data dalam penelitian ini dilakukan menggunakan analisis univariat dan bivariat.

Prosedur penelitian mencakup tahap pra penelitian, penelitian, dan pasca penelitian. Tahap pra penelitian meliputi observasi awal; penentuan sampel; penentuan titik sampling; peminjaman alat ukur; persiapan media PDA, lembar kesediaan responden, kuesioner, dan lembar observasi; serta perizinan lokasi

penelitian. Tahap penelitian meliputi proses pengukuran suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya; pengamatan terhadap sistem ventilasi yang digunakan; pengisian lembar kesediaan responden dan kuesioner; pengamatan media PDA selama masa inkubasi di laboratorium; dan proses identifikasi koloni kapang *Aspergillus sp.* yang tumbuh pada media PDA. Tahap pasca penelitian meliputi proses pengolahan data dan analisis data.

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini meliputi analisis univariat dan analisis bivariat. Analisis univariat digunakan untuk memberi gambaran terkait ukuran pemusatan data, analisis distribusi dan persentase dari masing-masing variabel. Sedangkan analisis bivariat dilakukan untuk melihat hubungan variabel bebas dan variabel terikat dengan uji statistik yang disesuaikan dengan skala data yang ada. Uji statistik pada penelitian ini menggunakan uji t tidak berpasangan, *mann whitney*, dan *fisher* untuk melihat hubungan yang bermakna antara variabel bebas dan terikat yang menjadi sasaran pengamatan penelitian ini.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2017 selama 3 periode, dimana setiap periode memerlukan waktu selama 1 pekan. Pengukuran fisik dan pengambilan sampel udara dilakukan setiap awal periode, yaitu pada hari pertama. Proses pengamatan dan inkubasi media PDA dilaksanakan selama atau 3 hari yaitu pada hari kedua, ketiga, dan keempat. Sedangkan proses identifikasi kapang dilaksanakan pada hari terakhir, yaitu pada hari kelima.

Variabel bebas yang diteliti dalam penelitian ini meliputi suhu, kelembaban, intensitas cahaya, sistem ventilasi, kepadatan ruang, dan sanitasi ruang; sedangkan variabel terikat yang diteliti dalam penelitian ini adalah keberadaan kapang *Aspergillus sp.* Variabel suhu, kelembaban, intensitas cahaya, dan kepadatan ruang menggunakan skala data numerik, sedangkan variabel sistem ventilasi, sanitasi

Tabel 1. Analisis Univariat untuk Variabel dengan Skala Data Numerik

No	Variabel	Mean	Minimum	Maksimum
1	Suhu	30,28	27,86	31,98
2	Kelembaban	61,81	53,64	69,96
3	Intensitas	88,50	13,40	390,60
4	cahaya	0,79	0,14	2,75
	Kepadatan ruang			

Tabel 2. Analisis Univariat untuk Variabel dengan Skala Data Kategorik

Variabel	Kategori	Jumlah	%
Sistem ventilasi	Non AC	3	23,1
	AC	10	76,9
Sanitasi ruang	Buruk	8	61,5
	Baik	5	38,5
Keberadaan <i>Aspergillus sp.</i>	Positif	8	61,5
	Negatif	5	38,5

ruang, dan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* menggunakan skala data kategorik.

Variabel sistem ventilasi dikategorikan menjadi sistem ventilasi non AC jika pada ruang perpustakaan tidak terdapat AC atau terdapat AC namun dalam posisi *off* dan dikategorikan menjadi sistem ventilasi AC jika pada ruang perpustakaan terdapat AC dan berada dalam posisi *on* pada saat penelitian dilakukan. Variabel sanitasi ruang dikategorikan menjadi sanitasi ruang buruk jika skor pengisian kuesioner < *mean* 17 dan sanitasi ruang baik jika skor pengisian kuesioner \geq *mean* 17. Variabel keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dikategorikan positif jika saat proses identifikasi terdapat minimal 1 koloni kapang *Aspergillus sp.* dan dikategorikan negatif jika saat proses identifikasi tidak terdapat koloni kapang *Aspergillus sp.* pada media PDA.

Tabel 1 menunjukkan analisis univariat untuk variabel dengan skala data numerik. Variabel suhu mempunyai nilai rerata sebesar 30,28°C dengan nilai minimum 27,86°C dan nilai maksimum 31,98°C. Variabel kelembaban memiliki nilai rerata sebesar 61,81% dengan nilai minimum 53,64% dan nilai maksimum 69,96%. Variabel intensitas cahaya mempunyai

nilai rerata sebesar 88,50 lux dengan nilai minimum 13,40 lux dan nilai maksimum 390,60 lux. Variabel kepadatan ruang memiliki nilai rerata sebesar 0,79 m²/orang dengan nilai minimum 0,14 m²/orang dan nilai maksimum 2,75 m²/orang.

Suhu dalam ruang merupakan keadaan tekanan panas udara yang diukur dalam suatu ruangan. Panas dalam ruangan sejatinya dapat berasal dari tubuh manusia yang diproduksi untuk proses metabolisme basal dan muskular. Dari semua panas yang dihasilkan tubuh, hanya 20% saja yang dipergunakan dan sisanya akan dibuang ke lingkungan. Selain itu, panas juga dapat timbul dari ventilasi yang tidak memenuhi syarat, bahan dan struktur bangunan, kondisi geografis, dan topografi. Perubahan tingkat suhu mempengaruhi emisi dan absorpsi VOCs. Akumulasi uap pada konstruksi gedung menyebabkan kelembaban dan pertumbuhan mikroba.

Uji yang digunakan untuk analisis bivariat variabel suhu adalah uji t tidak berpasangan. Hal ini disebabkan karena data suhu ruangan menggunakan skala data numerik. Selain itu, hasil uji normalitas dan homogenitas data menunjukkan bahwa data suhu ruangan terdistribusi normal ($p > 0,005$) dengan variansi data sama ($p > 0,05$).

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 3, hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara suhu dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang ($p = 0,591$). Hal ini dimungkinkan karena hasil pengukuran suhu ruangan masing-masing perpustakaan relatif sama.

Penelitian ini sejalan dengan penelitian Vidyautami (2015) pada parameter suhu yang berarti tidak terdapat hubungan antara suhu dengan jumlah mikroba. Penelitian ini diperkuat oleh penelitian Fithri (2016) yang menyatakan bahwa berdasarkan hasil analisis hubungan antara suhu dan jumlah koloni jamur udara dalam ruang kelas dengan menggunakan analisis korelasi sederhana, dapat disimpulkan bahwa tidak ada hubungan antara variabel bebas suhu dan variabel terikat jumlah koloni

Tabel 3. Analisis Bivariat Keberadaan kapang *Aspergillus sp.*

Variabel	<i>p</i> value	Hubungan dengan Variabel Terikat
Suhu	0,591	Tidak ada hubungan
Kelembaban	0,153	Tidak ada hubungan
Intensitas Cahaya	0,242	Tidak ada hubungan
Sistem Ventilasi	0,231	Tidak ada hubungan
Kepadatan Ruang	0,013	Ada hubungan
Sanitasi Ruang	0,293	Tidak ada hubungan

jamur udara dalam ruang kelas, dengan nilai koefisien korelasi (r) = 0,13.

Kekuatan hubungan dua variabel secara kualitatif dapat dibagi dalam empat area yaitu jika $r = 0,0 - 0,25$ dinyatakan bahwa tidak ada hubungan, $r = 0,26 - 0,50$ mempunyai hubungan sedang, $r = 0,51 - 0,75$ mempunyai hubungan kuat, dan $r = 0,76 - 1,00$ mempunyai hubungan yang sangat kuat.

Seperti halnya dengan makhluk hidup lain, mikroorganisme pun dapat bertahan di dalam suatu batas-batas temperatur tertentu. Batas-batas itu ialah temperatur minimum dan temperatur maksimum, sedang temperatur yang paling baik bagi kegiatan hidup adalah temperatur optimum. Pada umumnya, temperatur minimum yang dapat ditolerir oleh kapang adalah antara 2–5°C. Suhu optimum bagi suatu kapang saprofit adalah 22–30°C. Untuk kapang parasit atau patogen, suhu optimum biasanya lebih tinggi yaitu antara 30–37°C. Temperatur maksimum yang masih dapat ditolerir secara umum adalah 35–40°C. Standar Nasional Perpustakaan tentang Perpustakaan Perguruan Tinggi menyebutkan bahwa nilai ambang batas suhu udara untuk area baca, koleksi, dan ruang kerja dalam ruang perpustakaan adalah 20–25°C (Perpustakaan Nasional RI, 2011).

Pada penelitian ini, hasil pengukuran suhu udara ruang perpustakaan berkisar antara 27,86–31,98°C. Berdasarkan Standar Nasional Perpustakaan, nilai tersebut telah melebihi

ambang batas suhu ruang yang dipersyaratkan. Selain itu, hasil pengukuran suhu ruangan berada pada rentang suhu yang dapat ditolerir oleh kapang. Pada suhu optimum, kapang tumbuh dan berkembang biak dengan cepat, sedangkan pada kondisi di bawah suhu optimum, spora kapang masih dapat bertahan hidup sehingga keberadaan *Aspergillus sp.* tidak dapat ditentukan.

Variabel suhu ruangan juga dapat dipengaruhi oleh variabel sistem ventilasi. Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan, ruang perpustakaan yang menggunakan AC tidak selalu mempunyai suhu yang lebih rendah daripada ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi non AC (alami). Hasil pengukuran menunjukkan bahwa sebanyak 60% ruang perpustakaan yang menggunakan AC mempunyai suhu yang lebih tinggi dibandingkan ruang perpustakaan non AC. Pada ruang perpustakaan dengan ventilasi alami, suhu ruangan sangat bergantung pada keadaan di luar ruangan sehingga suhu dalam ruang dapat lebih rendah ataupun lebih tinggi.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian Rachmatantri (2015) yang menyatakan bahwa hubungan antara variabel suhu dan variabel keberadaan mikroba dinyatakan positif dengan tingkat hubungan (korelasi) signifikan, yang berarti semakin tinggi suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung banyak, dan makin rendah suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroba akan cenderung sedikit. Selain itu, penelitian Simanjutak (2015) juga menyatakan bahwa kapang udara lebih sedikit ditemukan di ruang perkuliahan yang menggunakan AC dibandingkan ruang perkuliahan yang menggunakan kipas angin. Hal ini dapat disebabkan karena suhu di ruang perkuliahan yang menggunakan AC lebih rendah dibandingkan dengan suhu di ruang perkuliahan yang menggunakan kipas angin.

Kelembaban merupakan banyaknya kadar air yang terkandung dalam udara dan biasanya dinyatakan dalam prosentase. Sumber yang dapat menyebabkan kelembaban adalah konstruksi bangunan yang tidak baik seperti atap yang bocor, lantai, dan dinding bangunan

yang tidak kedap air, serta kurangnya pencahayaan baik buatan maupun alami. Pengaturan kelembaban sangat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan. Kelembaban relatif udara yang rendah dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, mata kering dan gangguan sinus, sedangkan kelembaban relatif udara yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme (Fitria, 2008). Pada umumnya jamur membutuhkan kelembaban udara sekitar 65% untuk pertumbuhan dan pembentukan spora (Wulandari, 2013). Sedangkan nilai ambang batas kelembaban udara dalam ruang perpustakaan yang ditetapkan dalam Standar Nasional Perpustakaan adalah 45–55% (Perpustakaan Nasional RI, 2011).

Hasil uji normalitas dan homogenitas data pada variabel kelembaban adalah terdistribusi normal dengan dengan variansi data sama. Seperti halnya variabel suhu, uji yang dapat digunakan untuk melakukan analisis bivariat pada variabel kelembaban adalah uji t tidak berpasangan. Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara kelembaban dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang ($p = 0,153$). Hal tersebut dimungkinkan karena 92,3% data hasil pengukuran kelembaban ruangan perpustakaan telah melebihi nilai ambang batas yang diperbolehkan dan berada pada kisaran kelembaban optimum untuk pertumbuhan kapang. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Vindrahapsari (2016) yang menyatakan tidak ada hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan jumlah bakteri dalam ruang.

Kondisi di lapangan menunjukkan bahwa kelembaban ruang perpustakaan berkisar antara 53,6–69,9%. Pada kondisi kelembaban ruang di bawah kelembaban optimum, kapang akan mengalami penurunan daya tahan namun spora yang dihasilkan masih dapat bertahan dalam kondisi kelembaban tersebut. Spora yang bertahan dapat menempel bersama debu ataupun berterbangan di udara. Apabila spora tersebut menemukan tempat yang sesuai, maka

spora akan tumbuh dan berkembang biak menjadi individu baru.

Kelembaban ruangan juga dapat dipengaruhi sistem ventilasi yang digunakan, dimana kelembaban udara dalam ruang perpustakaan non AC sangat bergantung pada keadaan di luar ruangan. Selain itu, hasil pengukuran kelembaban di ruang perpustakaan dengan ventilasi AC tidak selalu sesuai dengan pengaturan kelembaban yang dilakukan. Faktor lain yang mungkin dapat mengakibatkan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* adalah adanya karpet pada ruang perpustakaan. Hasil observasi menunjukkan bahwa 61,5% ruang perpustakaan yang diteliti menggunakan karpet sebagai alas pada lantai ruang perpustakaan. Sifat karpet yang mudah lembab dapat menjadi tempat yang sesuai bagi spora kapang untuk menempel dan berkembang biak (Arjani, 2011).

Penelitian ini berbeda dengan penelitian Vidyautami (2015), yang menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara kelembaban dengan jumlah mikroba dengan nilai r_{hitung} sebesar 0,42. Penelitian Fithri (2016) juga menunjukkan hubungan antara variabel kelembaban dan variabel jumlah koloni jamur udara dalam ruang kelas, namun dengan korelasi negatif. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi kelembaban udara dalam ruang, maka jumlah koloni jamur udara dalam ruang semakin menurun.

Penerangan atau disebut juga pencahayaan merupakan salah satu faktor fisik penting yang berpengaruh terhadap kenyamanan penghuni ruangan. Sebuah bangunan dapat dikatakan sehat apabila memiliki pencahayaan yang cukup. Hal ini dikarenakan cahaya mempunyai sifat yang dapat membunuh bakteri atau kuman. Pencahayaan suatu ruangan harus cukup, baik waktu siang maupun malam hari. Pada malam hari, pencahayaan dapat bersumber dari penerangan listrik, sedangkan pada waktu pagi dan siang hari, sumber pencahayaan bersumber dari sinar matahari. Nilai pencahayaan (lux) yang terlalu rendah akan berpengaruh terhadap proses akomodasi mata yang terlalu tinggi, sehingga akan berakibat terhadap kerusakan

retina pada mata. Cahaya yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kenaikan suhu pada ruangan. Berdasarkan Standar Nasional Perpustakaan tentang Perpustakaan Perguruan Tinggi, nilai ambang batas pencahayaan dalam ruang perpustakaan adalah ≥ 100 lux (Perpustakaan Nasional RI, 2011).

Uji yang digunakan untuk analisis bivariat variabel intensitas cahaya yaitu uji *Mann Whitney*. Hal ini disebabkan karena data pada variabel intensitas cahaya menggunakan skala data numerik. Selain itu, hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data variabel intensitas cahaya tidak terdistribusi normal.

Hasil penelitian pada tabel 3 menyebutkan bahwa tidak terdapat hubungan antara intensitas cahaya dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang (*p value* = 0,242). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Fithri (2016) yang mengungkapkan bahwa tidak ada hubungan antara variabel pencahayaan dan variabel jumlah koloni jamur udara dalam ruang kelas dengan nilai.

Ruang perpustakaan positif kapang *Aspergillus sp.* memiliki intensitas cahaya dengan median 66,09 lebih tinggi daripada ruang perpustakaan negatif kapang *Aspergillus sp.*, yaitu 27,40. Hal ini menunjukkan bahwa tinggi rendahnya intensitas cahaya memiliki peluang yang sama terhadap ada tidaknya kapang *Aspergillus sp.* dan ruang perpustakaan yang lebih terang tidak sepenuhnya terbebas dari kapang *Aspergillus sp.* dalam kandungan udaranya.

Berdasarkan hasil observasi, sebanyak 69,2% ruang perpustakaan menggunakan sumber pencahayaan dari cahaya lampu sehingga koloni kapang masih dapat tumbuh. Wulandari (2013) menyebutkan bahwa pada umumnya sel mikroorganisme rusak akibat cahaya matahari, terutama pada mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintetik. Sinar dengan gelombang pendek akan berpengaruh buruk terhadap mikroba. Sedangkan sinar dengan gelombang panjang mempunyai daya fotodinamik dan daya biofisik, misalnya cahaya matahari. Bila energi radiasi diabsorpsi oleh sel

mikroorganisme, maka akan menyebabkan terjadinya ionisasi komponen sel. Inilah yang menyebabkan cahaya yang berasal dari sinar matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme.

Penelitian ini berbeda dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian Simanjutak (2015) yang menyatakan bahwa kapang udara lebih sedikit ditemukan di ruang perkuliahan yang menggunakan AC dibandingkan ruang perkuliahan yang menggunakan kipas angin. Hal ini dapat disebabkan karena intensitas cahaya di ruang perkuliahan yang menggunakan AC lebih rendah dibandingkan dengan intensitas cahaya di ruang perkuliahan yang menggunakan kipas angin. Selain itu, penelitian Vidyautami (2015) dan Rachmatantri (2015) juga menyatakan bahwa antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroba terdapat hubungan yang menunjukkan hubungan antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroba berbanding terbalik, yang berarti semakin besar intensitas cahaya maka jumlah mikroba semakin sedikit.

Kepadatan ruangan adalah banyaknya pengunjung yang berada di dalam ruangan dibanding dengan luas ruangan. Luas bangunan yang tidak sebanding dengan jumlah penghuninya dapat menyebabkan perjubelan (*overcrowded*). Selain menyebabkan terbatasnya ketersediaan oksigen, ruangan yang *overcrowded* dapat dengan mudah menularkan penyakit infeksi dari penghuni yang satu ke penghuni yang lain. Jika kadar oksigen terbatas, maka kadar karbondioksida akan meningkat sehingga menyebabkan penurunan kualitas udara dalam ruangan. Berdasarkan Standar Nasional Perpustakaan, perpustakaan harus menyediakan ruang sekurang-kurangnya 0,5 m² untuk setiap mahasiswa (Perpustakaan Nasional RI, 2011)

Uji yang digunakan untuk analisis bivariat variabel kepadatan ruang yaitu uji *Mann Whitney*. Hal ini disebabkan karena data pada variabel kepadatan ruang menggunakan skala data numerik. Selain itu, hasil uji normalitas data menunjukkan bahwa data kepadatan ruang tidak terdistribusi normal.

Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara kepadatan ruangan dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang (p value=0,013). Namun hasil penelitian ini tidak sesuai dengan teori yang menyatakan bahwa jika kadar karbondioksida meningkat akibat tingginya penghuni ruangan, maka akan terjadi penurunan kualitas udara dalam ruangan. Pada penelitian ini, ruang perpustakaan positif kapang *Aspergillus sp.* justru memiliki kepadatan ruangan dengan median 0,80 lebih tinggi daripada ruang perpustakaan negatif kapang *Aspergillus sp.*, yaitu 0,37. Hal ini menunjukkan bahwa ruang perpustakaan yang lebih padat pengunjung tidak mutlak memiliki kapang *Aspergillus sp.* dalam kandungan udaranya.

Berdasarkan data di lapangan, tingkat aktivitas pengunjung di ruang perpustakaan negatif *Aspergillus sp.* cenderung rendah karena pengunjung menetap di ruang perpustakaan dalam jangka waktu yang cukup lama, sedangkan tingkat aktivitas pengunjung di ruang perpustakaan positif *Aspergillus sp.* cenderung tinggi karena pengunjung keluar masuk ruang perpustakaan. Banyaknya orang yang berlalu lalang pada jam kunjung perpustakaan memicu meningkatkan mikroorganisme di udara karena tingkat aktivitas pengunjung yang tinggi. Selain itu, pengunjung perpustakaan dimungkinkan dapat membawa kuman dari luar ke dalam ruangan.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian terdahulu, yaitu penelitian Rachmatantri (2015) yang menunjukkan bahwa keberadaan manusia dalam ruangan berpengaruh terhadap keberadaan koloni mikroba udara. Selain itu, penelitian Wulandari (2015) juga menyebutkan bahwa ada hubungan antara jumlah pasien dan jumlah pengunjung dengan angka kuman udara di ruang rawat inap rumah sakit.

Tabel 2 menunjukkan analisis univariat untuk variabel dengan skala data kategorik. Berdasarkan data pada tabel 2, sebagian besar ruang perpustakaan yang diteliti menggunakan sistem ventilasi AC yaitu sebanyak 10 ruangan atau 76,9% dan sebanyak 3 ruangan atau 23,1%

menggunakan sistem ventilasi non AC. Ruang perpustakaan dengan sanitasi buruk yaitu sebanyak 8 ruang atau 61,5% dan ruang perpustakaan dengan sanitasi baik sebanyak 5 ruang atau 38,5. Ruang perpustakaan positif kapang *Aspergillus sp.* sebanyak 8 ruang atau 61,5% dan ruang perpustakaan negatif kapang *Aspergillus sp.* sebanyak 5 ruang atau 38,5%.

Menurut Anggraeni (2018), ventilasi adalah proses dimana udara bersih dari luar ruangan sengaja dialirkan ke dalam ruang dan udara yang buruk dari dalam ruang dikeluarkan. Ventilasi mempunyai beberapa fungsi, diantaranya adalah menjaga agar aliran udara di dalam rumah tersebut tetap segar. Kurangnya ventilasi dapat menyebabkan kurangnya oksigen di dalam rumah sehingga kelembaban udara di dalam ruangan naik. Udara dengan kelembaban yang tinggi merupakan media yang baik untuk pertumbuhan mikroba patogen, seperti kapang *Aspergillus sp.* Selain itu, fungsi dari ventilasi adalah untuk membebaskan udara ruangan dari mikroba-mikroba, terutama mikroba patogen karena di ventilasi inilah tempat terjadinya aliran udara secara terus-menerus. Wulandari (2013), menyebutkan bahwa sistem ventilasi yang baik berperan penting dalam kenyamanan dan kesehatan pengguna bangunan, sedangkan pertukaran udara yang buruk dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme yang mengakibatkan gangguan terhadap kesehatan manusia.

Uji yang digunakan untuk analisis bivariat variabel sistem ventilasi adalah uji *fisher*. Hal ini disebabkan karena variabel sistem ventilasi menggunakan skala data kategorik. Selain itu, data dari variabel sistem ventilasi tidak memenuhi syarat untuk uji *chi square* sehingga dilakukan uji alternatifnya, yaitu uji *fisher*.

Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara sistem ventilasi dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang (p value=0,231). Dapat dikatakan bahwa perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi AC maupun non AC memiliki peluang

yang sama terhadap keberadaan *Aspergillus sp.* Hal ini tidak sejalan dengan teori yang menyebutkan bahwa pada ruang yang menggunakan AC, temperatur dan kelembaban dapat diatur dengan alat tersebut sehingga kondisi udara menjadi media yang kurang menguntungkan untuk pertumbuhan mikroorganisme.

Dari 13 ruangan perpustakaan yang diteliti, sebanyak 61,5% ruang perpustakaan menggunakan sistem ventilasi AC, lebih banyak dibandingkan dengan ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi non AC yaitu hanya 38,5%. Dari keseluruhan ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi non AC, seluruhnya menunjukkan hasil yang positif terhadap keberadaan kapang *Aspergillus sp.* Dari 10 ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi AC, sebanyak 50% ruang perpustakaan menunjukkan hasil yang positif terhadap keberadaan *Aspergillus sp.*, sedangkan sisanya menunjukkan hasil yang negatif terhadap keberadaan *Aspergillus sp.* Hal ini menunjukkan bahwa ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi AC tidak mutlak terbebas dari mikroba udara.

Berdasarkan hasil wawancara yang dilakukan dengan petugas perpustakaan dan *cleaning service* ruang perpustakaan, 92,3% ruang perpustakaan yang menggunakan sistem ventilasi AC, penggunaan AC tidak dibersihkan secara berkala. Pembersihan dan perawatan AC hanya dilakukan apabila terdapat kerusakan pada AC. Penggunaan AC yang tidak terawat dalam ruang perpustakaan dapat menjadi tempat berkembang biak bagi spora kapang karena kondisi filter yang kotor (Vindrahapsari, 2016). Teori lain juga menyebutkan bahwa virus, bakteri, dan jamur dapat menyebabkan infeksi dan reaksi alergi pada lingkungan dalam ruangan tertutup. Infeksi oleh bakteri tertentu seperti penyakit legionnaire misalnya, dapat disebarkan melalui sistem AC yang menggunakan *cooling towers*. Pemeliharaan yang kurang bagus dari sistem ventilasi tersebut akan membantu pertumbuhan organisme mikrobiologi. Sedang pemaparan untuk waktu yang lama oleh jamur dan mikroorganisme

lainnya dapat menyebabkan alergi atau reaksi asmaatik bagi penghuni gedung ber-AC (Arjani, 2011).

Penelitian ini berbeda dengan penelitian Vidyautami (2015) dan Rachmatantri (2015) yang menyatakan bahwa ada pengaruh penggunaan ventilasi (AC dan Non AC) terhadap keberadaan mikroba udara. Selain itu, penelitian Simanjuntak (2015) juga menyatakan bahwa kapang udara lebih sedikit ditemukan di ruang perkuliahan menggunakan AC dibandingkan ruang perkuliahan menggunakan kipas. AC dapat menghambat penyebaran spora oleh kapang, sedangkan penggunaan kipas angin dapat menyebarkan spora ke seluruh ruangan.

Sanitasi adalah segala upaya yang dilakukan untuk menjamin terwujudnya kondisi yang memenuhi persyaratan kesehatan. Dalam penelitian ini, pengambilan data sanitasi ruang dilakukan dengan wawancara menggunakan kuesioner kepada petugas yang membersihkan ruang perpustakaan, baik petugas perpustakaan ataupun petugas *cleaning service*. Uji yang digunakan untuk analisis bivariat variabel sanitasi ruang yaitu uji *fisher*. Hal ini disebabkan karena variabel sistem ventilasi menggunakan skala data kategorik. Selain itu, data dari variabel sistem ventilasi tidak memenuhi syarat untuk uji *chi square* sehingga dilakukan uji alternatifnya, yaitu uji *fisher*.

Hasil penelitian pada tabel 3 menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan antara sanitasi ruang dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang ($p\text{ value}=0,293$). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Wulandari (2015) yang menyatakan bahwa tidak ada hubungan antara sanitasi ruang dengan angka kuman udara pada ruang rawat inap rumah sakit.

Hasil analisis data menunjukkan bahwa ruang perpustakaan yang sanitasinya baik dan positif kapang *Aspergillus sp.* yaitu sebanyak 6 ruangan atau 75%, lebih banyak dibandingkan dengan ruang perpustakaan yang sanitasinya buruk dan positif kapang *Aspergillus sp.* yaitu hanya 2 ruangan atau 40%. Hal ini

menunjukkan bahwa ruang perpustakaan yang sanitasinya baik tidak sepenuhnya terbebas dari debu.

Barang-barang dalam ruang perpustakaan seperti karpet, tumpukan buku, dan tirai dapat menjadi tempat menempelnya debu-debu. Debu yang menempel pada perabot dan karpet akan membuat udara di dalamnya menjadi lebih lembab. Kondisi ruangan yang lembab inilah yang menyebabkan mikroorganisme dapat berkembang biak. Berdasarkan keterangan dari petugas perpustakaan ataupun *cleaning service*, seluruh ruang perpustakaan yang diteliti dan menggunakan karpet di dalam ruangnya, mengungkapkan bahwa karpet tidak pernah dicuci selama digunakan. Hal ini disebabkan karena karpet tertindih oleh rak-rak buku besar yang tidak mudah untuk dipindahkan. Selain itu, penggunaan *vacuum cleaner* untuk membersihkan karpet juga sangat jarang digunakan.

PENUTUP

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan antara kepadatan ruangan dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang ($p \text{ value} < \alpha (0,05)$) dan tidak terdapat hubungan antara suhu, kelembaban, intensitas cahaya, sistem ventilasi, dan sanitasi ruang dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam ruang perpustakaan di lingkungan Universitas Negeri Semarang ($p \text{ value} < \alpha (0,05)$). Saran bagi peneliti yang akan melakukan penelitian dengan tema yang sama, diharapkan agar mengembangkan penelitian dengan memperluas sampel penelitian, metode penelitian, dan variabel lain yang berbeda, seperti kecepatan aliran udara, koleksi perpustakaan, penggunaan *furniture*, dan aktivitas pengunjung untuk lebih mengetahui faktor yang dapat mempengaruhi keberadaan dan jumlah koloni kapang *Aspergillus sp.*

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, D.E. and Rahayu, S.R., 2018. Gejala Klinis Tuberkulosis Pada Keluarga Penderita Tuberkulosis BTA Positif. *HIGEIA (Journal of Public Health Research and Development)*, 2(1): 91-101.
- Arjani, I. A., M., S. 2011. Kualitas Udara dalam Ruang Kerja. *Jurnal Skala Husada* 8 (2): 178-183
- Aulung, A., Jumaliah, N., Harfiani, E., Maydianah, S. 2010. Studi Pendahuluan: Jamur yang Diisolasi dari Debu di Rumah Penampungan Tenaga Kerja Wanita. *Majalah Kedokteran FK UI*, 27(2): 51-56
- Caesar, D.L., Nurjazuli, Wahyuningsih, N., E. 2015. Hubungan Jumlah Bakteri Patogen dalam Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Ngesrep Banyumanik Semarang Tahun 2014. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 14(1): 21-26
- Fithri, N. K., Handayani, P., Vionalita, G. 2016. Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Jumlah Mikroorganisme Udara dalam Ruang Kelas Lantai 8 Universitas Esa Unggul. *Forum ilmiah*, 13(1): 21-26
- Fitria, L., Wulandari, R. A., Hermawati, E., Susanna, D. 2008. Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas X ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik dan Kimiawi. *Makara Kesehatan*, 12(2): 77-83
- Paulussen, C., Hallsworth, J.E., Perez, S. A., Nierman, W. C., Hamill, P. G., Blain, D., Rediers, H. Lievens, B. 2016. Ecology of Aspergillosis: Insight into The Pathogenic Potency of *Aspergillus fumigatus* and some other *Aspergillus* Species. *Microbial Biotechnology* 10(2): 296-322
- Perpustakaan Nasional RI. 2011. *Standar Nasional Perpustakaan*. Jakarta: Perpustakaan Nasional RI.
- Rachmatantri, I., Hadiwidodo, M., Huboyo, H. S. 2015. Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non-AC) terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara di Ruang Perpustakaan (Studi Kasus: Perpustakaan Teknik Lingkungan dan Perpustakaan Biologi Fakultas MIPA Universitas Diponegoro Semarang). *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1): 1-13
- Simanjuntak, N., Khotimah, S., Linda, R. 2015. Keanekaragaman Kapang Udara di Ruang Perkuliahan Fakultas Matematika dan Ilmu

- Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. *Protobiont*, 4(2): 55-62
- Vidyautami, D. N., Huboyo, H. S., Hadiwidodo, M. 2015. Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non AC) dalam Ruangan terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara (Studi Kasus: Ruang Kuliah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 4(1): 1-8
- Vindrahapsari, R.T., 2016. *Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri pada Ruangan AC dan Non AC di Sekolah Dasar*. Skripsi. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Wulandari, E. 2013. Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan *Streptococcus* di Udara pada Rumah Susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang Tahun 2013. *Unnes Journal of Public Health*, 2(4): 1-9
- Wulandari, W. Sutomo, A. H., Iravati, S. 2015. Angka Kuman Udara dan Lantai Ruang Rawat Inap Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Yogyakarta. *Jurnal Berkala Kesehatan*, 1(1): 13-20