

KUALITAS UDARA DALAM RUANG PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS "X" DITINJAU DARI KUALITAS BIOLOGI, FISIK, DAN KIMIAWI

Laila Fitria^{*)}, Ririn Arminsih Wulandari, Ema Hermawati, Dewi Susanna

Departemen Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Indonesia, Depok 16424, Indonesia

^{*)}E-mail: lfitria@ui.ac.id; ririn_aw@ui.ac.id; dsusanna@ui.ac.id

Abstrak

Salah satu ruangan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah ruang perpustakaan. Di antara berbagai polutan yang memiliki peran penting terhadap kesehatan adalah terdapatnya kapang di dalam udara ruangan. Gangguan kesehatan akibat kapang di dalam ruangan perpustakaan dapat dialami oleh orang-orang yang beraktivitas di dalam perpustakaan, misalnya petugas perpustakaan, dosen, dan mahasiswa. Tujuan dari penelitian ini adalah melakukan identifikasi terhadap kapang di dalam udara ruang perpustakaan di tiga fakultas (FA, FB, dan FC) di lingkungan Universitas "X". Desain penelitian yang digunakan adalah *cross sectional*. Data yang dikumpulkan meliputi keberadaan kapang, serta kualitas fisik dan kimiawi udara dalam ruang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu udara dalam ruang di ketiga perpustakaan berada di atas standar peraturan. Intensitas cahaya sangat rendah di perpustakaan FB dan FC, sementara konsentrasi debu di perpustakaan FA sangat tinggi. Di perpustakaan FA ditemukan kapang pathogen, yaitu *Aspergillus fumigatus*, sementara di perpustakaan FB ditemukan *Scopulariopsis candida*, dan *Fusarium verticilloides* di perpustakaan FC. Secara umum, kualitas fisik, kimiawi, dan mikrobiologi udara dalam ruang di ketiga perpustakaan telah melebihi ambang batas.

Abstract

Indoor air quality in X's University Libraries (Physical, chemical and microbial aspects). The objective of this research was to identify mould in university's library using cross sectional design. The existence of mould and physical and chemical quality of air in library have been investigated and observed in three faculties; they were in FA, FB, and FC. To identify the mould, it used petri dish in *Potato Dextrose Agar* medium. There were 6-9 samples from each library. The temperature in three libraries were higher than standard, the intensity of light were very low in location FB and FC, and the dust concentration in FA was very high. It was found the pathogenic mould; they were *Aspergillus fumigatus* in FA, *Scopulariopsis candida* in FB, and *Fusarium verticilloides* in FC. In general, the physical, chemical and microbial quality of air in libraries exceeded the legal standard.

Keywords: indoor air quality, library, mould

1. Pendahuluan

Udara, sebagai salah satu komponen lingkungan merupakan kebutuhan yang paling utama untuk mempertahankan kehidupan. Metabolisme dalam tubuh makhluk hidup tidak mungkin dapat berlangsung tanpa oksigen yang berasal dari udara. Selain oksigen terdapat zat-zat lain yang terkandung di udara, yaitu karbon monoksida, karbon dioksida, formaldehid, jamur, virus, dan sebagainya. Zat-zat tersebut jika masih berada dalam batas-batas tertentu masih dapat dinetralisasi, tetapi jika sudah melampaui ambang batas maka proses netralisasi akan terganggu. Peningkatan konsentrasi zat-zat di dalam udara tersebut dapat disebabkan oleh aktivitas manusia.

Udara dapat dikelompokkan menjadi, udara luar ruangan (*outdoor air*) dan udara dalam ruangan (*indoor air*). Kualitas udara dalam ruang sangat mempengaruhi kesehatan manusia karena hampir 90% hidup manusia berada dalam ruangan¹. Sebanyak 400 sampai 500 juta orang khususnya di negara yang sedang berkembang sedang berhadapan dengan masalah polusi udara dalam ruangan². Di Amerika, isu polusi udara dalam ruang ini mencuat ketika EPA pada tahun 1989 mengumumkan studi polusi udara dalam ruangan lebih berat daripada di luar ruangan. Polusi jenis ini bahkan bisa menurunkan produktivitas kerja hingga senilai US \$10 milyar³.

Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan kualitas udara dalam ruang perkantoran yaitu dengan

Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 dalam keputusan tersebut dinyatakan bahwa Angka kuman kurang dari 770 koloni/m³ udara, bebas kuman pathogen⁴.

Sumber penyebab polusi udara dalam ruangan berhubungan dengan bangunan itu sendiri, perlengkapan dalam bangunan (karpet, AC, dan sebagainya), kondisi bangunan, suhu, kelembaban, pertukaran udara, dan hal-hal yang berhubungan dengan perilaku orang-orang yang berada di dalam ruangan, misalnya merokok.

Sumber polusi udara dalam ruang selain dapat berasal dari bahan-bahan sintetis dan beberapa bahan alamiah yang digunakan untuk karpet, busa, pelapis dinding, dan perabotan rumah tangga (asbestos, formaldehid, VOC), juga dapat berasal dari produk konsumsi (pengkilap perabot, perekat, kosmetik, pestisida/insektisida)³.

Mikroorganisme yang berasal dari dalam ruangan misalnya adalah serangga, bakteri, kutu binatang peliharaan, dan jamur. Mikroorganisme yang tersebar di dalam ruangan dikenal dengan istilah bioaerosol³. Bioaerosol di dalam ruangan dapat berasal dari lingkungan luar dan kontaminasi dari dalam ruangan. Bioaerosol dari lingkungan luar dapat berupa jamur yang berasal dari organisme yang membusuk, pertumbuhan yang mati dan bangkai binatang, bakteri *Legionella* yang berasal dari *soil-borne* yang menembus ke dalam ruang, alga yang tumbuh dekat kolam/danau dan masuk ke dalam ruangan melalui hembusan angin dan jentik-jentik serangga di luar ruang dapat menembus bangunan tertutup. Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang banyak terjadi pada kelembaban antara 25-75%. Pada kisaran ini spora jamur akan meningkat dan terjadi peningkatan pertumbuhan jamur, dan sumber kelembaban di dalam atau disekitar ruangan misalnya tandon air dan bak air di kamar mandi³.

Penyakit yang berhubungan dengan bioaerosol dapat berupa penyakit infeksi seperti flu, hipersensitivitas (asma, alergi) dan *toxicoses*, yaitu toksin dalam udara di ruangan yang terkontaminasi yang menjadi penyebab gejala SBS (*Sick Building Syndrome*)⁵.

SBS adalah sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung. SBS merupakan kumpulan gejala-gejala dari suatu penyakit. SBS⁵ didefinisikan sebagai gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pemakai gedung selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Gejala SBS antara lain adalah sakit kepala, kehilangan konsentrasi, tenggorokan kering, iritasi mata dan kulit. Beberapa bentuk penyakit yang berhubungan dengan SBS diantaranya adalah iritasi mata dan hidung, kulit dan lapisan lendir yang kering, kelelahan mental, sakit kepala, ISPA (Inpeksi Saluran Pernapasan Akut), batuk, bersin-bersin, dan reaksi hipersensitivitas.

Beberapa faktor yang perlu diperhatikan dalam hubungan kualitas udara dalam ruang dengan kejadian SBS adalah (a) kondisi lingkungan dalam ruang, kondisi lingkungan yang penting untuk diperhatikan adalah suhu ruangan, kelembaban, dan aliran udara. Ketiga hal tersebut dapat menyebabkan peningkatan absorpsi polutan kimia dalam ruangan, pertumbuhan mikroorganisme di udara, dan meningkatkan bau yang tidak sedap, (b) konstruksi gedung dan perabotan atau furnitur, (c) proses dan alat-alat dalam gedung, (d) ventilasi, ventilasi udara yang buruk dapat menyebabkan kurangnya udara segar yang masuk dan buruknya distribusi udara di dalam ruang, (e) status kesehatan pekerja; dan faktor psikososial/*stress*⁵.

Mikroba pencemar udara dapat berupa khamir dan kapang. Khamir adalah fungi (jamur) bersel satu; berbentuk bulat, oval, atau silindris; berdiameter 3-5 µm; sebagian berkembang biak dengan membelah diri, dan sebagian lain berkembang biak dengan membentuk tunas. Habitat khamir umumnya ada pada makanan. Kapang adalah fungi (jamur) berfilamen. Satu filamen disebut hifa; kelompok hifa yang tumbuh pada suatu media disebut miselium. Hifa terbentuk dari spora jamur. Spora berdiameter 3-30 µm. Habitat kapang umumnya pada kayu dan kertas⁶.

Fungi dapat ditemukan di semua tempat dimana terdapat bahan organik. Dapat tumbuh pada bahan-bahan seperti kulit, gabus, rambut, lilin, tinta, bahan bakar jet, bahkan pada bahan-bahan plastik seperti polyvinyl. Kebanyakan fungi menyukai lingkungan yang lembab dengan tingkat kelembaban 70% atau lebih, dapat tumbuh pada suhu -60-50°C (suhu optimal bagi kebanyakan fungi adalah 20°-35°C)⁶.

Fungi menyebabkan penyakit pada manusia melalui salah satu dari empat cara berikut: (1) reaksi alergi karena terpapar oleh spora atau sel vegetatif fungi yaitu demam, asma, atau penyakit pada paru-paru yang berlangsung lama dan parah, (2) keracunan akibat racun yang diproduksi fungi dimonal aflatoksin dapat mengakibatkan kanker hati, (3) *mycoses*, yaitu infeksi jamur dalam tubuh seperti histoplasmosis, candidiasis, superfisial *mycoses* (rambut, kulit, kuku), *intermediate mycoses* (saluran nafas, jaringan bawah kulit), *systemic mycoses* (jaringan organ dalam); atau fungi merusak persediaan makanan sehingga menyebabkan kelaparan⁶.

Salah satu jenis kapang patogen yang sering mencemari udara di dalam ruangan adalah *Aspergillus*. Kapang tersebut dapat menyebabkan *pulmonary aspergillosis* karena menghirup udara yang terkontaminasi kapang *Aspergillus*⁶. *Aspergillus* merupakan mikroorganisme multisel berfilamen. Bersifat heterotrofik, dan dapat ditemukan pada media organik tak hidup. Kapang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran udara.

Bakteri, kapang, serbuk sari, dan virus adalah jenis-jenis kontaminan biologis. Jenis kontaminan ini berkembang biak dalam air yang menggenang di dalam pipa saluran air, alat pelembab udara, wadah drainase, atau pada genangan air di langit-langit, karpet, atau penyekatan. Kadangkala, kotoran serangga dan burung dapat menjadi sumber kontaminasi³. Gejala fisik yang biasa dijumpai akibat kontaminan biologis adalah batuk, dada sesak, demam, menggigil, nyeri otot, dan reaksi alergi seperti iritasi membran mukosa dan kongesti saluran nafas atas. Salah satu bakteri kontaminan udara dalam ruang, *Legionella*, menyebabkan *Legionnaire's Disease* dan *Pontiac Fever*⁷.

Kualitas udara dalam ruang bukan merupakan konsep yang sederhana dan mudah dijelaskan seperti sebuah meja atau kran air yang bocor. Kualitas udara dalam ruang merupakan interaksi yang selalu berubah secara konstan dari beberapa faktor yang mempengaruhi jenis, tingkat, dan pentingnya polutan dalam lingkungan dalam ruang. Faktor-faktor tersebut adalah sumber polutan atau bau; desain, pemeliharaan, dan pengoperasian sistem ventilasi bangunan, kelembaban, serta persepsi dan kerentanan pekerja⁵. Selain itu, ada juga faktor-faktor yang mempengaruhi kenyamanan atau persepsi atas kualitas udara dalam ruang.

Kontrol terhadap kualitas udara dalam ruang melibatkan tiga strategi utama yang terintegrasi. Pertama, mengatasi sumber polutan baik dengan mengeluarkannya dari dalam gedung atau memisahkannya dari pekerja dengan penghalang fisik, mengatur tekanan udara, atau dengan mengontrol lamanya penggunaan. Kedua, melarutkan polutan dan membuangnya dari dalam gedung melalui ventilasi. Ketiga, menggunakan filter untuk membersihkan udara dari polutan⁵.

Tujuan penting dari program pengawasan kualitas udara dalam ruang adalah minimisasi keterpaparan pekerja terhadap polutan dari sumber-sumber tersebut. Pengaturan kelembaban sangat penting dalam ruang kerja. Kelembaban tinggi dan debu dapat menyebabkan kapang dan kontaminan biologis lainnya berkembang biak. Tingkat kelembaban relatif yang terlalu tinggi dapat mendukung pertumbuhan dan penyebaran polutan biologis penyebab penyakit, misalnya kegagalan untuk segera mengatasi kerusakan alat-alat yang berhubungan dengan air (biasanya dalam waktu 24 jam) atau kelalaian memelihara perlengkapan (alat pengatur kelembaban, refrigerator, dan perlengkapan ventilasi). Tingkat kelembaban yang terlalu rendah dapat menyebabkan iritasi membran mukosa, mata kering, dan gangguan sinus³.

Salah satu ruangan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah ruang perpustakaan. Karena di dalam ruangan tersebut banyak terdapat tumpukan buku dan rak-rak

penyimpanan buku dimana banyak dari buku-buku yang disimpan tersebut merupakan buku-buku lama. Selain itu, konstruksi dari bangunan perpustakaan tersebut kurang memadai, seperti pengaturan sistem ventilasi ruangan. Kondisi yang demikian akan membuat terkonsentrasinya debu di dalam ruangan. Bersama debu-debu tersebut terdapat kapang, yang merupakan salah satu jenis mikroba polutan di udara yang sering berhubungan dengan kejadian kesakitan pada manusia. Gangguan kesehatan akibat kapang di dalam ruangan perpustakaan akan dialami oleh orang-orang yang beraktivitas di dalam perpustakaan, misalnya petugas perpustakaan, dosen, dan mahasiswa. Gangguan kesehatan tersebut dapat dipastikan akan menghambat dan mengganggu produktivitas kerja.

Tujuan dari penelitian adalah diketahuinya (1) jenis kapang patogen dalam udara di ruang perpustakaan fakultas FA, FB, dan FC Universitas "X" yang berlokasi di Depok, (2) kualitas fisik udara, yaitu suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban relatif, dan kualitas kimia udara, (3) konsentrasi debu, dan (4) data umum perpustakaan yang meliputi luas ruangan, jumlah mahasiswa yang dilayani, jumlah petugas, serta (5) kondisi gedung perpustakaan yaitu ventilasi, sumber cahaya, konstruksi bangunan, koleksi buku serta sanitasi ruangan perpustakaan.

Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan sumbangan bagi peningkatan kondisi perpustakaan dan manajemen sanitasi ruangan perpustakaan di fakultas FA, FB, dan FC. Selain itu, hasil penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai bahan pertimbangan bagi upaya perlindungan kesehatan pegawai perpustakaan di ketiga fakultas tersebut.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan studi *cross-sectional* yang bertujuan untuk mengidentifikasi kapang patogen dalam udara di ruang perpustakaan di tiga fakultas di Kampus Universitas "X" Depok, serta mengobservasi faktor-faktor dalam ruang yang diduga berhubungan dengan keberadaan kapang patogen di dalam ruangan perpustakaan tersebut. Perpustakaan yang dimaksud adalah perpustakaan, FMIPA, FH, dan FISIP. Untuk kepentingan etika penelitian, ketiga perpustakaan tersebut disamarkan menjadi FA, FB dan FC.

Kegiatan menangkap kapang di udara dilakukan pada tanggal 26 Juni–2 Juli 2001 di setiap ruang perpustakaan yaitu ruang penyimpanan buku, sedangkan identifikasi kapang dilakukan di Laboratorium KL/KKK FKM UI. Observasi terhadap faktor-faktor dalam ruang yang diduga berhubungan dengan keberadaan kapang dilakukan dengan menggunakan lembar observasi. Semua kegiatan tersebut dilakukan pada hari kerja antara pukul 10.00-15.00.

Identifikasi Kapang. Penangkapan dan identifikasi kapang di udara dalam ruang perpustakaan dilakukan menurut prosedur berikut ini^{8,9}: (1) Penangkapan kapang dilakukan dengan menempatkan cawan petri di dalam ruangan yang dimaksud, sebanyak 6 cawan petri (6 titik) untuk tiap perpustakaan (kecuali perpustakaan FISIP sebanyak 9 cawan petri). Kemudian cawan petri tersebut diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu ruang (35°C), (2) Identifikasi kapang menggunakan medium PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang diinkubasi selama 48 jam pada suhu ruang. Kemudian diamati pertumbuhan yang terjadi, (3) Pengamatan terhadap kapang yang tumbuh pada medium dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Secara makroskopis: diamati perubahan warna yang timbul pada koloni, keadaan permukaan koloni, ada tidaknya garis-garis radial, ada tidaknya lingkaran konsentris, ada tidaknya *kleistotesia*, *exudate drops* serta warnanya, bau yang khas, dan keadaan bagian belakang koloni. Secara mikroskopis: dengan menggunakan mikroskop, bertujuan mengidentifikasi koloni kapang yang tumbuh.

Observasi Ruang Perpustakaan. Observasi faktor-faktor dalam ruang yang diduga berhubungan dengan keberadaan kapang dalam udara perpustakaan meliputi kualitas fisik udara yaitu suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban relatif; kualitas kimia udara yaitu konsentrasi debu; data umum perpustakaan: luas ruangan, jumlah mahasiswa yang dilayani, jumlah petugas; kondisi gedung perpustakaan: ventilasi, sumber cahaya, konstruksi bangunan, koleksi buku; dan sanitasi ruangan perpustakaan

Pengukuran terhadap kualitas fisik udara meliputi suhu dan kelembaban udara serta intensitas cahaya. Pengukuran suhu dilakukan dengan *Termometer* ruangan; kelembaban udara diukur dengan *Higrometer*; dan intensitas cahaya diukur dengan menggunakan *Lux meter*. Pengukuran tersebut dilakukan di tiap-tiap titik di mana ditempatkan cawan petri untuk menangkap kapang.

Kualitas kimia udara yang diukur adalah konsentrasi debu (debu ambien) dalam ruang perpustakaan. Pengukuran tersebut dilakukan dengan menggunakan alat *Personal Dust Sampler* yang dilengkapi dengan filter *milliphore*. Alat tersebut dikenakan oleh petugas pengumpul data yang berjalan-jalan di dalam ruangan perpustakaan yang dimaksud selama kurang lebih satu jam.

Pengumpulan data pelengkap yang berhubungan dengan kegiatan perpustakaan meliputi: a) data umum perpustakaan, yaitu luas ruangan perpustakaan, jumlah mahasiswa yang dilayani, dan jumlah petugas perpustakaan yang saat itu masih aktif bekerja; b) kondisi gedung perpustakaan, meliputi ventilasi dan sumber cahaya yang ada di ruang perpustakaan, konstruksi bangunan (lantai, dinding, dan langit-langit), serta koleksi buku yang dimiliki perpustakaan (jumlah dan kondisi pengimanan buku); dan c) sanitasi ruangan perpustakaan.

Pengumpulan data tersebut dilakukan melalui observasi dan wawancara dengan kepala perpustakaan dengan menggunakan lembar observasi. Data dianalisis secara deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Identifikasi kapang dan observasi terhadap faktor-faktor yang diduga berhubungan dengan keberadaan kapang telah dilakukan di tiga perpustakaan Universitas "X" di Depok, yaitu di FA, FB, dan FC. Kegiatan penelitian tersebut dilakukan pukul 10.00 hingga 15.00. Tabel 1 menyajikan hasil pengukuran kualitas fisik, kimia, dan biologis udara di ruang perpustakaan dan Tabel 2 memperlihatkan hasil observasi di ketiga perpustakaan yang dimaksud.

Tabel 1. Kualitas Fisik, Kimia, dan Biologis Udara di Ruang Perpustakaan FA, FB, dan FC

Variabel	FA	FB	FC	Standar
1. Kualitas Fisik Udara				
Suhu udara (°C)	29	29	29	18 – 28
Intensitas cahaya (Lux)	115	40	65	100
Kelembaban relatif (%)	63	63	60	40 - 60
2. Kualitas Kimia Udara				
Konsentrasi debu (μm^3)	985,33	133,78	50,89	0,15mg/m ³ (maksimal)
3. Kualitas Biologis Udara				
Jumlah koloni kapang	1 koloni /6 titik	1 koloni /6 titik	2 koloni /9 titik	
Jenis kapang	<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Scopulariopsis candida</i>	<i>Fusarium verticilloides</i>	
Jumlah koloni bakteri	19 koloni /6 titik	11 koloni /6 titik	1 koloni /9 titik	
Jumlah koloni khamir	77 koloni /6 titik	1 koloni /6 titik	2 koloni /9 titik	

Keterangan:

- Konsentrasi debu yang dimaksud adalah konsentrasi debu ambient
 - Pada koloni bakteri dan khamir tidak dilakukan identifikasi
- Standar KepMenKes RI No. 216/ No. 1405/MENKES/SK/XI/2002

Tabel 2. Kondisi Umum Ruang Perpustakaan FA, FB, dan FC

Variabel	FA	FB	FC
1. Luas ruangan (m ²)	177	243.5	540
2. Jumlah mahasiswa yang dilayani	1658	3112	6757
3. Jumlah petugas	9	10	8
4. Jenis ventilasi	Jendela terbuka dan kipas angin	AC split dan lubang angin	AC sentral dan jendela terbuka
5. Sumber cahaya	Alam dan buatan	Alam dan buatan	Alam dan buatan
6. Konstruksi bangunan			
a. Lantai	Teraso	Teraso	Teraso
b. Dinding	Tembok	Tembok dan kaca	Tembok
c. Langit-langit	Asbes	Asbes	Asbes
7. Koleksi Buku			
a. Penyimpanan	· Sebagian buku disimpan dalam rak, sebagian lagi ditumpuk · Buku tua disimpan disatukan dengan buku lainnya	· Sebagian buku disimpan dalam rak, sebagian lagi ditumpuk · Buku tua disimpan terpisah dari buku lainnya	· Sebagian buku disimpan dalam rak, sebagian lagi ditumpuk · Buku tua disimpan terpisah dari buku lainnya
b. Jumlah	23.000 exp. (termasuk skripsi dan tesis)	22.000 exp. (termasuk skripsi dan tesis)	34.000 exp. (termasuk skripsi dan tesis)
8. Sanitasi Ruangan			
a. Lantai	Disapu dan dipel 1x / hari	Disapu dan dipel 1x / hari	Disapu dan dipel 1x / hari
b. Meja & kursi	Dibersihkan dengan kemoceng 1x / hari	Dibersihkan dengan kain lap basah bila kotor	Dibersihkan dengan kemoceng dan kain lap kering 2x/hari
c. Rak buku	Dibersihkan dengan kemoceng 1x/ minggu	Dibersihkan dengan kain lap basah 1x / bulan	Dibersihkan dengan kain lap basah 1x / minggu
d. Jendela	Dibersihkan dengan kemoceng 1x/ minggu	Dibersihkan dengan kain lap basah 1x / 6 bulan	Dibersihkan dengan kain lap basah 1x / minggu
e. AC	--	Dibersihkan bila rusak	Dibersihkan 2x/tahun

Penelitian ini dilakukan hanya pada 3 (tiga) dari 25 perpustakaan yang ada di lingkungan Universitas Indonesia. Penetapan ke-tiga perpustakaan tersebut dilakukan berdasarkan pengambilan sampel secara purposive, dengan kriteria antara lain perpustakaan tersebut telah lama berdiri dan mahasiswa yang memanfaatkan perpustakaan tersebut banyak jumlahnya. Hal ini dilakukan karena berbagai keterbatasan dalam penelitian ini, antara lain keterbatasan waktu, tenaga, dan terutama biaya. Oleh karena itu, hasil penelitian ini tidak dapat digeneralisir untuk seluruh perpustakaan yang ada di Universitas Indonesia, melainkan hanya mendeskripsikan kondisi masing-masing perpustakaan yang diteliti. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi seluruh perpustakaan yang diteliti kurang memenuhi syarat seperti yang tertera dalam KepMenKes RI No. 216/ No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri⁵. Adapun syarat-syarat yang tidak terpenuhi adalah persyaratan suhu, yaitu lebih dari 28 °C (standar), kelembaban udara khususnya FA dan FB, intensitas cahaya di FB dan FC. Kadar debu dalam ruang hanya FC yang memenuhi persyaratan, bahkan FA sangat tinggi sekali yaitu 985,33 µm³. Mengenai persyaratan jumlah kapang dalam udara, tidak ada ketetapan dalam keputusan menteri kesehatan tersebut, yang ada ialah persyaratan mengenai angka kuman, yaitu kurang dari 700 koloni/m³ udara dan bebas kuman patogen⁴.

Perpustakaan FA merupakan perpustakaan yang paling tinggi kandungan debu udaranya dibandingkan perpustakaan lain yang diteliti, juga kandungan mikroba udaranya. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena perpustakaan tersebut memiliki sistem ventilasi berupa jendela terbuka, sehingga debu dan mikroba dari luar dapat terbawa angin masuk ke dalam ruang perpustakaan. Jenis kapang yang teridentifikasi ialah *Aspergillus fumigatus*. Kapang jenis ini merupakan kapang patogen⁴, artinya ada kemungkinan kapang ini menginfeksi orang-orang yang ada di perpustakaan.

Koloni mikroba udara ditemukan di FB dan FC dari Kadar debu udara ruangan berkisar antara 50,89 hingga 133,78 µm³, yang terendah adalah FC. Kedua perpustakaan tersebut, walaupun memiliki AC sebagai sistem ventilasi, juga dilengkapi dengan lubang angin dan jendela terbuka, sehingga debu dan mikroba dari luar ruangan dapat masuk terbawa oleh angin. Untuk ruangan kerja yang tidak menggunakan pendingin harus memiliki lubang ventilasi minimal 15% dari luas lantai dengan menerapkan sistem ventilasi silang, agar tercapai standar pertukaran udara : 0,283 M³/menit/orang dengan laju ventilasi : 0,15 – 0,25 m/detik⁴.

Kapang yang berhasil diidentifikasi dari kedua perpustakaan ini juga merupakan kapang patogen, yaitu *Scopulariopsis candida* (FB) dan *Fusarium verticilloides* (FC). *Scopulariopsis candida* dapat menyebabkan

gangguan pernapasan berupa penisilikosis; *Fusarium verticilloides* dapat menyebabkan mikotik keratitis dan otomikosis².

Kualitas udara dalam ruang yang baik dapat dicapai dan dipertahankan dengan memperhatikan sistem ventilasi ruangan, desain dan bentuk ruangan, serta manajemen polutan. Dalam penelitian ini, faktor yang mungkin berpengaruh terhadap konsentrasi debu ruangan dan kandungan mikroba udara dalam ruang perpustakaan bukan hanya sistem ventilasi, melainkan juga karena banyaknya koleksi buku yang tersimpan dalam rak-rak terbuka. Sebagian dari buku-buku tersebut merupakan koleksi buku tua. Koleksi buku-buku tersebut berpotensi untuk menghasilkan serpihan kertas halus berupa debu yang dapat terhirup masuk ke dalam pernapasan. Selain itu, adanya tumpukan buku juga seringkali merupakan tempat terkonsentrasinya debu. Di antara debu-debu tersebut seringkali terdapat spora dari berbagai jenis mikroba, terutama kapang. Sehingga untuk mengurangi konsentrasi debu sebaiknya dilakukan upaya seperti menghilangkan debu dengan alat *vacuum cleaner*.

Masalah utama yang sering didapatkan dari berbagai penelitian mengenai kualitas udara dalam ruang meliputi tiga kategori umum yang diurutkan berdasarkan frekuensi kejadiannya, yaitu yang tertinggi adalah ventilasi yang tidak adekuat, kontaminasi kimia, dan terendah adalah kontaminasi mikrobiologi^{3,9}.

Ventilasi yang tidak adekuat merupakan penyebab tunggal yang paling utama dalam keluhan mengenai kualitas udara dalam ruang. Umumnya, masalah ventilasi memungkinkan meningkatnya kontaminasi dalam ruang kerja hingga pada tingkat yang dapat mengganggu ataupun menurunkan kenyamanan pada pekerja. Dampaknya terhadap kesehatan dapat terjadi terutama pada pekerja yang lebih rentan. Kebanyakan masalah kualitas udara dalam ruang seringkali disebabkan oleh lebih dari satu kondisi yang saling mempengaruhi³.

Penyelidikan kualitas udara dalam ruang oleh NIOSH memperlihatkan bahwa masalah kualitas udara dalam ruang disebabkan oleh⁹ ventilasi yang tidak adekuat (52%), kontaminasi dari dalam gedung (16%), kontaminasi yang berasal dari luar gedung (10%), kontaminasi mikrobiologi (5%), dan kontaminasi material bangunan (4%).

Masalah ventilasi yang umum meliputi⁹:

- (1) Tidak cukup suplai udara segar dari luar ke dalam ruang,
- (2) Distribusi dan pertukaran udara yang buruk yang menyebabkan tidak meratanya distribusi udara (stratifikasi udara), atau terlalu banyak aliran udara, dan terjadinya perbedaan tekanan udara di ruangan,

- (3) Suhu dan kelembaban yang ekstrem atau berfluktuasi (disebabkan oleh distribusi udara yang buruk atau rusaknya termostat pada sistem ventilasi),
- (4) Masalah filtrasi udara disebabkan oleh pemeliharaan yang kurang terhadap sistem ventilasi udara.

Kontaminasi mikrobiologi dalam gedung merupakan masalah yang umum dan kadang menjadi serius di wilayah-wilayah yang memiliki kelembaban tinggi (lebih 60%). Kontaminasi mikrobiologi dalam gedung seringkali merupakan akibat dari terbentuknya kelembaban yang cepat dari berbagai sumber, seperti air hujan, genangan air dalam sistem pengatur udara ruang, dan pendingin. Dalam banyak kasus, bukti nyata pertumbuhan kapang biasanya merupakan bukti yang cukup untuk menentukan adanya kontaminasi mikrobiologis dalam gedung³.

Kelembaban ruangan yang dianggap nyaman adalah 40-60%. Bila kelembaban ruangan di atas 60% akan menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat alergen. Namun bila kelembaban ruangan di bawah 40% (misalnya 20-30%) dapat menimbulkan ketidaknyamanan, iritasi mata, dan kekeringan pada membran mukosa (misal tenggorokan)^{2,3}.

Hasil penyelidikan NIOSH menunjukkan bahwa masalah kualitas udara dalam ruang salah satunya disebabkan oleh kontaminasi mikrobiologis (5%). Walaupun hal tersebut bukan merupakan penyebab yang umum dari masalah di perkantoran, kontaminasi mikrobiologi dapat menyebabkan gangguan kesehatan yang serius, yang dikenal dengan *hypersensitivity pneumonitis*. Gangguan kesehatan tersebut menyerang saluran pernafasan, dapat disebabkan oleh bakteri, kapang, protozoa, dan produk-produk mikroba lainnya yang mungkin berasal dari sistem ventilasi. Gangguan kesehatan yang mirip, yaitu demam kelembaban, banyak dilaporkan terjadi di Eropa, yang juga terjadi akibat kontaminasi mikrobiologi dalam sistem ventilasi udara. Kontaminasi mikrobiologi seringkali bersumber dari karpet ataupun perabotan yang lembab, atau genangan air dalam sistem ventilasi^{2,3}.

Rekomendasi yang dikemukakan oleh NIOSH untuk mencegah kontaminasi mikrobiologi adalah sebagai berikut^{2,3}: harus dicegah masuknya air ke dalam ruang. Atap ataupun bahan bangunan lainnya harus diperbaiki untuk mencegah masuknya air hujan ke dalam bangunan; semua sistem ventilasi harus didisain dan dipelihara agar dapat mencegah terjadinya genangan air; adanya kontaminasi mikrobiologi yang terlihat (kasat mata) di dalam sistem ventilasi ataupun bahan bangunan lainnya, harus segera dihilangkan, dan sistem ventilasi harus selalu dibersihkan secara periodik dengan bahan anti mikroba.

Agar angka kuman di dalam udara ruang tidak melebihi batas persyaratan maka perlu dilakukan beberapa tindakan sebagai berikut ⁶: a) Karyawan yang sedang menderita penyakit yang ditularkan melalui udara untuk sementara waktu tidak boleh berkerja; b) Lantai dibersihkan dengan antiseptik; dan c) Memelihara sistem ventilasi agar berfungsi dengan baik.

4. Kesimpulan

Jenis kapang patogen yang berhasil diidentifikasi dari tiga perpustakaan yang diteliti adalah *Aspergillus fumigatus* di FA, *Scopulariopsis candida* FB, *Fusarium verticilloides* di FC.

Kualitas fisik udara (suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya) di ketiga perpustakaan yang diteliti secara umum belum memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam KepMenKes RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.

Konsentrasi debu dalam udara ruang perpustakaan FB dan FC masih memenuhi persyaratan, sedangkan konsentrasi debu di perpustakaan FA sudah melampaui batas maksimal konsentrasi debu ruangan.

Hasil penelitian ini masih sangat global sehingga sangat diperlukan studi selanjutnya yang lebih detail dan dengan metodologi yang lebih sempurna serta melingkupi jumlah perpustakaan yang lebih banyak, sehingga dapat diketahui kualitas udara perpustakaan dan faktor-faktor yang mempengaruhinya dengan lebih tepat. Perbaikan sistem ventilasi merupakan cara yang

cukup layak dilakukan untuk mengurangi kandungan debu dan mikroba udara dalam ruang perpustakaan. Penggunaan alat penyedot debu (*vacuum cleaner*) untuk membersihkan debu secara berkala pada koleksi buku dan rak-rak buku cukup diperlukan.

Daftar Acuan

1. Susanna D. et al. *Kesehatan dan Lingkungan*. Depok: Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia, 1998.
2. Chandra Y. *Polusi Udara dan Kesehatan*. Jakarta: Arcan, 1992.
3. Environmental Protection Agency. *Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome (SBS)*. Environmental Protection Agency, United States. (online) <http://www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html>. 2007.
4. Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405/MENKES/SK/XI/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan Industri.
5. Pujiastututi L, dkk. *Kualitas Udara Dalam Ruang*. Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan dan Kebudayaan, 1998.
6. Pelezar, MC. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press, 1986.
7. Gandjar I, et al. *Pedoman Praktikum Mikrobiologi Dasar*. Depok: FMIPA UI, 1992.
8. Csuros M. *Environmental Sampling and Analysis for Technicians*. London: Lewis Publishers, 1994.
9. Lunau F, Reynolds GL. *Indoor Air Quality and Ventilation*. London: Selper Ltd., 1990.