



**FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEBERADAAN  
KAPANG *ASPERGILLUS SP.* PADA KAMAR KOS TANPA  
INDUK SEMANG DI KELURAHAN SEKARAN**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk  
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

**Disusun oleh:**  
Maulidhina Mahardika  
6411414147

**JURUSAN ILMU KESEHATAN MASYARAKAT  
FAKULTAS ILMU KEOLAHRAGAAN  
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG  
2019**

## ABSTRAK

Maulidhina Mahardika

**Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus Sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

XIV + 161 halaman + 20 tabel + 15 lampiran + 10 gambar

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan kapang. Gangguan kesehatan yang diakibatkan spora kapang terutama akan menyerang saluran pernapasan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui faktor yang berhubungan dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos Jenis penelitian ini adalah penelitian observasional analitik dengan rancangan *cross sectional*. Jumlah sampel dalam penelitian ini terdiri dari 101 kamar kos dengan teknik *proportioned random sampling*. Pengumpulan data menggunakan kuesioner dan pengukuran langsung sedangkan analisis data menggunakan uji *chi-square* dan *mann withney*. Hasil penelitian ada hubungan yang bermakna antara luas ventilasi ( $p=0,001$ ), kelembaban ( $p=0,001$ ), intensitas cahaya ( $p=0,001$ ), penyimpanan alas kaki ( $p=0,028$ ), kebiasaan membuka jendela ( $p=0,013$ ), sanitasi kamar ( $p=0,001$ ) dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dan tidak ada hubungan antara keberadaan kamar mandi dalam kamar ( $p=0,371$ ) dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.*. Saran penelitian ini adalah dalam mendirikan bangunan perlu diperhatikan juga mengenai syarat rumah sehat seperti ventilasi, pencahayaan, dll sehingga tercipta suasana ruangan yang nyaman dan penghuni ruangan untuk selalu membuka jendela dan menjaga sanitasi kamar.

**Kata kunci:** Kapang, *Aspergillus sp.*, Kamar Kos

*Department of Public Health  
Faculty of Sport Science  
Semarang State University  
January 2019*

**ABSTRACT**

Maulidhina Mahardika

***Factors Related to the Existence of Aspergillus Sp. in the Boarding Rooms without Landlord in Sekaran Village***

XIV + 161 pages + 20 tables + 15 attachments + 10 figures

Indonesia is a tropical country that is very good for growth and breeding of molds. Health problems caused by mold spores will primarily attack the respiratory tract. The purpose of this study was to determine the factors associated with the presence of *Aspergillus sp.* in boarding rooms. This type of research was an observational analytic study with a cross sectional design. The number of samples in this study consisted of 101 boarding rooms with the proportioned random sampling technique. Data collection uses questionnaires and direct measurements while data analysis uses chi-square test and mann withney. The results showed a significant correlation between ventilation area ( $p = 0.001$ ), humidity ( $p = 0.001$ ), light intensity ( $p = 0.001$ ), footwear storage ( $p = 0.028$ ), window opening habits ( $p = 0.013$ ), room sanitation ( $p = 0.001$ ) with the presence of *Aspergillus sp.* and there is no relationship between the presence of bathroom in the room ( $p = 0.371$ ) with the presence of *Aspergillus sp.* fungus. Suggestions for this study are to build buildings that need to be considered also regarding healthy house conditions creating a comfortable room atmosphere and occupants of the room to always open the window and maintain room sanitation.

*Keywords: Molds, Aspergillus sp., Boarding Room*

## PERNYATAAN

Dengan ini Saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan Saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam pustaka.

Semarang, Januari 2019

Penulis,



Maulidhina Mahardika

NIM.641414147

## PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran" yang disusun oleh Maulidhina Mahardika, NIM 6411414147 telah dipertahankan dihadapan penguji pada Ujian Skripsi Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang, yang dilaksanakan pada:

hari, tanggal : Senin, 11 Februari 2019

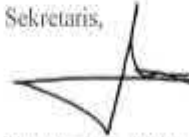
tempat : Ruang Ujian Jurusan IKM A

### Panitia Ujian



Fandoyo Rahayu, M.Pd  
NIP. 1961195201984032001

Sekretaris,



Drs. Bambang Wahyono, M.Kes.  
NIP. 196006101987031002

	Dewan Penguji	Tanggal
Penguji I	 Arum Siwiendrayanti, S.KM., M.kes NIP. 198009092005012002	<u>13/2 - 2019</u>
Penguji II	 dr. Arulita Ika Priana, M.Kes(Epid) NIP. 197402022001122001	<u>23/2 - 2019</u>
Penguji III	 Eram Tunggal Pawenang, S.KM., M.Kes NIP. 197409282003121001	<u>26/2 - 19</u>

## MOTTO DAN PERSEMBAHAN

### MOTTO

- ❖ “Allah tidak membebani seseorang itu melainkan sesuai dengan kesanggupannya” (QS. Al-Baqarah: 216)
- ❖ “Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum hingga mereka mengubah diri mereka sendiri” (QS. Ar- Ra’ad: 11)
- ❖ “Maka sesungguhnya bersama kesulitan pasti ada kemudahan” (QS. Al-Insyirah: 5)
- ❖ Lebih baik menangis ketakutan tapi bertindak, daripada tertawa dalam sesumbar yang kopong yang banyak alasan (Mario Teguh).
- ❖ Percayalah, selalu ada jalan bila kita mau berusaha.

### PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan kepada :

1. Sang Maha Cinta, Rabb Semesta Alam, ALLAH SWT.
2. Sang suri tauladan, Rasulullah Muhammad SAW.
3. Dua insan yang selalu mendidik dengan penuh kasih dan beribu cinta, Bapak Sukamto dan Ibu Siti Haryati
4. Kakakku tersayang Alif Aprilianto.
5. Iqbal Maulana atas segala support dan pengorbanan yang telah dilakukan
6. Sahabat- sahabat yang selalu ada untuk menyemangatiku
7. Wadah menuntut berbagai Ilmu, Almamater UNNES.

## PRAKATA

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus Sp.* pada Kamar Kos Tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran”. Skripsi ini dimaksudkan untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat di Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, Fakultas Ilmu Keolahragaan, Universitas Negeri Semarang.

Skripsi ini dapat diselesaikan dengan bantuan dan kerjasama dari berbagai pihak, dengan segala kerendahan hati dan rasa hormat disampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Dekan Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Prof. Dr. Tandiyo Rahayu, M.Pd, atas surat keputusan penetapan Dosen Pembimbing Skripsi dan persetujuan penelitiannya.
2. Ketua Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, Bapak Irwan Budiono, S.KM., M.Kes (Epid), atas izin penelitiannya.
3. Pembimbing Skripsi, Bapak Eram Tunggul Pawenang, S.Km., M.Kes atas bimbingan, motivasi, dan saran dalam penyusunan skripsi ini.
4. Penguji I, Ibu Arum Siwiendrayanti S.Km., M.Kes atas masukan dan saran tambahan dalam penyusunan skripsi ini.
5. Penguji II, Ibu dr. Arulita Ika Fibriana. M.Kes(epid) atas masukan dan saran tambahan dalam penyusunan skripsi ini.

6. Bapak Ibu Dosen serta staf Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan Universitas Negeri Semarang, atas bekal ilmu pengetahuan, bimbingan serta membantu dalam segala urusan administrasi penyusunan skripsi.
7. Semua pihak yang terlibat dalam penyusunan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa meskipun sudah berusaha untuk melakukan yang terbaik, tetapi masih banyak kekurangan yang dijumpai. Oleh sebab itu, kritik dan saran sangat dihargai oleh penulis demi perbaikan proposal skripsi ini. Semoga dapat bermanfaat bagi kita semua.

Semarang, 10 Januari 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
<i>ABSTRACT</i> .....	iii
PERNYATAAN .....	iv
PENGESAHAN .....	v
MOTTO DAN PERSEMBAHAN .....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 LATAR BELAKANG.....	1
1.2 RUMUSAN MASALAH.....	8
1.2.1 Rumusan Masalah Umum .....	8
1.2.2 Rumusan Masalah Khusus .....	8
1.3 TUJUAN PENELITIAN .....	9
1.3.1 Tujuan Umum .....	9
1.3.2 Tujuan Khusus .....	9
1.4 MANFAAT HASIL PENELITIAN.....	10
1.4.1 Untuk Dinas Kesehatan dan Instansi Terkait .....	10
1.4.2 Untuk Masyarakat.....	11
1.4.3 Untuk Peneliti .....	11
1.5 KEASLIAN PENELITIAN .....	11
1.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN.....	15
1.6.1 Ruang Lingkup Tempat .....	15
1.6.2 Ruang Lingkup Waktu .....	15
1.6.3 Ruang Lingkup Keilmuan .....	15
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	16
2.1 LANDASAN TEORI .....	16
2.1.1 Jamur.....	16
2.1.2 Kapang <i>Aspergillus spp.</i> .....	35

2.1.3 Dampak yang Ditimbulkan pada Kesehatan .....	42
2.1.4 Kualitas Udara dalam Ruang .....	47
2.1.5 Rumah Kos atau Indekos .....	52
2.2 KERANGKA TEORI .....	55
BAB III METODE PENELITIAN .....	56
3.1 KERANGKA KONSEP .....	56
3.2 VARIABEL PENELITIAN .....	56
3.2.1 Variabel Bebas .....	56
3.2.2 Variabel Terikat .....	57
3.3 HIPOTESIS PENELITIAN .....	57
3.4 DEFINISI OPERASIONAL DAN SKALA PENGUKURAN VARIABEL .....	58
3.5 JENIS DAN RANCANGAN PENELITIAN .....	59
3.6 POPULASI DAN SAMPEL PENELITIAN .....	59
3.6.1 Populasi .....	59
3.6.2 Sampel .....	60
3.6.3 Perhitungan Sampel .....	60
3.7 SUMBER DATA .....	62
3.7.1 Data Primer .....	62
3.8 INSTRUMEN PENELITIAN DAN TEKNIK PENGAMBILAN DATA .....	62
3.8.1 Instrumen penelitian .....	62
3.8.2 Teknik Pengambilan Data .....	63
3.9 PROSEDUR PENELITIAN .....	65
3.9.1 Tahap Pra-Penelitian .....	65
3.9.2 Tahap Penelitian .....	66
3.9.3 Tahap Pasca-Penelitian .....	66
3.10 TEKNIK ANALISIS DATA .....	66
3.10.1 Analisis Univariat .....	66
3.10.2 Analisis Bivariat .....	67
BAB IV HASIL PENELITIAN .....	68
4.1 GAMBARAN UMUM PENELITIAN .....	68
4.2 HASIL PENELITIAN .....	69
4.2.1 Analisis Univariat .....	69
4.2.2 Analisis Bivariat .....	73

BAB V PEMBAHASAN .....	80
5.1 PEMBAHASAN.....	80
5.1.1 Gambaran Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran .....	80
5.1.2 Hubungan antara Luas Ventilasi dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran.....	81
5.1.3 Hubungan antara Kelembaban dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran.....	83
5.1.4 Hubungan antara Intensitas Cahaya dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran .....	84
5.1.5 Hubungan antara Keberadaan Kamar Mandi dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran .....	85
5.1.6 Hubungan antara Penyimpanan Alas Kaki dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran .....	87
5.1.7 Hubungan antara Kebiasaan Membuka Jendela dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran .....	88
5.1.8 Hubungan antara Sanitasi Kamar dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran.....	90
5.2 HAMBATAN DAN KELEMAHAN PENELITIAN.....	91
5.2.1 Hambatan Penelitian .....	91
5.2.2 Kelemahan Penelitian .....	91
BAB VI SIMPULAN DAN SARAN .....	93
6.1 Simpulan.....	93
6.2 Saran.....	93
DAFTAR PUSTAKA .....	95

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian.....	11
Tabel 2.1 Penelitian mengenai Kapang yang Berada di Udara pada Beberapa Negara ....	32
Tabel 2.2 Perbedaan Kapang dengan Khamir .....	34
Tabel 3.1 Definisi Operasional dan Skala Pengukuran.....	58
Tabel 3.2 Perhitungan Jumlah Sampel Setiap RW .....	61
Tabel 4.1 Data Hasil Pengukuran Luas Ventilasi di Kamar Kos .....	69
Tabel 4.2 Data Hasil Pengukuran Kelembaban di Kamar Kos .....	69
Tabel 4.3 Data Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya di Kamar Kos .....	70
Tabel 4.4 Data Keberadaan Kamar Mandi di Kamar Kos .....	70
Tabel 4.5 Data Penyimpanan Alas Kaki.....	71
Tabel 4.6 Data Kebiasaan Membuka Jendela .....	71
Tabel 4.7 Data Hasil Pengukuran Sanitasi di Kamar Kos .....	72
Tabel 4.8 Data Hasil Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> di Kamar Kos .....	72
Tabel 4.9 Hubungan Luas Ventilasi dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> .....	73
Tabel 4.10 Hubungan Kelembaban dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> .....	74
Tabel 4.11 Hubungan Intensitas Cahaya dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> ....	75
Tabel 4.12 Hubungan Keberadaan Kamar Mandi dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> ...	76
Tabel 4.13 Hubungan Penyimpanan Alas Kaki dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> .....	77
Tabel 4.14 Hubungan Kebiasaan Membuka Jendela dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i>	78
Tabel 4.15 Hubungan Sanitasi Kamar dengan Keberadaan Kapang <i>Aspergillus sp.</i> .....	79

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Mikroskopis <i>Aspergillus sp</i> .....	35
Gambar 2.2 <i>Aspergillus brevis</i> .....	36
Gambar 2.3 <i>Aspergillus candidus</i> .....	37
Gambar 2.4 <i>Aspergillus flavus</i> .....	38
Gambar 2.5 <i>Aspergillus fumigatus</i> .....	39
Gambar 2.6 <i>Aspergillus niger</i> .....	40
Gambar 2.7 <i>Aspergillus ochraceus</i> . .....	40
Gambar 2.8 <i>Aspergillus parasiticus</i> . .....	42
Gambar 2.9 Kerangka Teori.....	55
Gambar 3.1 Kerangka Konsep .....	56

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1: Kuesioner Penelitian.....	101
Lampiran 2: Lembar Observasi.....	103
Lampiran 3: PMK No.1077/MENKES/PER/V/2011 .....	105
Lampiran 4: Data Perhitungan Luas Ventilasi .....	107
Lampiran 5: Rekapitulasi Data.....	119
Lampiran 6: Hasil Pemeriksaan Keberadaan Kapang.....	135
Lampiran 7: Output Uji Statistik.....	140
Lampiran 8: Surat Keputusan Pembimbing .....	151
Lampiran 9: Surat Ijin Penelitian .....	152
Lampiran 10: Lembar <i>Ethical Clearance</i> .....	153
Lampiran 11: Surat Selesai Penelitian .....	154
Lampiran 12: Lembar Permohonan Menjadi Responden .....	155
Lampiran 13: Lembar Penjelasan Kepada Responden.....	156
Lampiran 14: Lembar Persetujuan Keikutsertaan dalam Penelitian .....	158
Lampiran 15: Dokumentasi.....	159

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 LATAR BELAKANG**

Indonesia merupakan negara beriklim tropis yang sangat baik untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan kapang. Beberapa spesies kapang merupakan flora normal yang dapat menjadi kapang patogen penyebab penyakit pada manusia. Genus kapang yang sering dijumpai tumbuh di dalam ruangan adalah *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, dan *Aspergillus* (Mazur et. al. 2006).

Berdasarkan EPA (2007) bukti nyata pertumbuhan kapang biasanya merupakan bukti yang cukup untuk menentukan adanya kontaminasi mikrobiologis dalam ruangan. Keberadaan agen biotik berupa mikroorganisme dalam ruangan terdapat pada tempat-tempat seperti sistem ventilasi, keset atau tempat lain. Kehadiran bioaerosol dalam ruangan ini dapat menimbulkan kesakitan pada beberapa orang, yaitu menyebabkan alergi. Jamur merupakan salah satu dari bioaerosol. Kelembaban dan kehadiran jamur berhubungan erat dalam memicu timbulnya keluhan pernapasan pada penghuni ruangan tersebut. Selain itu, kelembaban juga berhubungan secara signifikan terhadap kejadian alergi pada anak-anak usia pra-sekolah.

Gangguan kesehatan yang diakibatkan spora kapang terutama akan menyerang saluran pernapasan. Asma, alergi rinitis, dan sinusitis merupakan gangguan kesehatan yang paling umum dijumpai sebagai hasil kerja sistem imun tubuh yang menyerang spora yang terhirup (Mazur et al. 2006). Penyakit lain

adalah infeksi kapang pada saluran pernapasan, atau disebut mikosis. Salah satu penyakit mikosis yang umum adalah Aspergillosis, yaitu tumbuhnya kapang dari genus *Aspergillus* pada saluran pernapasan (Kosmidis C, et al.,2015).

*Aspergillus sp.* merupakan kapang yang paling mudah tumbuh dimana terdapat bahan organik. Kapang *Aspergillus sp.* berkembang biak secara aseksual dengan membentuk spora sehingga koloninya dapat tumbuh dengan pesat. Selain itu, kapang ini merupakan kapang pathogen yang memiliki catatan kejadian dalam berbagai penelitian kesehatan. *Aspergillus sp.* dapat menyebabkan *pulmonary aspergillosis* karena individu menghirup udara yang terkontaminasi kapang *Aspergillus*. Angka kejadian aspergillosis di dunia berdasarkan penelitian, dilaporkan sebanyak 13.456 kasus pada kurun waktu 2006–2015. Hal ini mengalami peningkatan dibandingkan pada periode waktu 1996–2005 yaitu sebanyak 8.313 kasus yang dilaporkan (Thomson Reuters Web of Science Database dalam Paulussen et al., 2016). Dalam proses identifikasi koloni, kapang *Aspergillus sp.* juga tergolong lebih mudah diidentifikasi dibandingkan jenis kapang lainnya. Oleh karena itu, kapang *Aspergillus sp.* dijadikan sebagai indikator adanya pencemaran udara.

Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang yaitu kelembaban antara 25-75%, spora kapang akan meningkat dan terjadi kemungkinan peningkatan pertumbuhan kapang dari sumber kelembaban: tandon air, bak air di kamar mandi (Fitria L, 2008). Menurut Gandjar (2006), 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. Penelitian Fithri (2016) menyatakan bahwa ada hubungan antara variabel kelembaban dengan variabel jumlah koloni kapang udara dalam ruang kelas dengan nilai  $r$  hitung = -0,33.

Penyelidikan kualitas udara dalam ruang oleh NIOSH (*National Institute for Occupational Safety and Health*) memperlihatkan bahwa masalah kualitas udara dalam ruang salah satunya disebabkan oleh kontaminasi mikrobiologis (5%). Walaupun hal tersebut bukan merupakan penyebab yang umum dari masalah di dalam ruang, 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 mikroorganisme lainnya yang berasal dari sistem ventilasi.

Sistem ventilasi yang buruk menyebabkan terkonsentrasinya debu di dalam ruangan. Di dalam debu tersebut terdapat berbagai macam mikroorganisme seperti kapang, khamir, bakteri maupun virus. Berdasarkan penelitian Prasasti tahun 2013 tentang kualitas udara dalam ruang kelas dan keluhan kesehatan siswa menunjukkan bahwa kualitas kimia udara kedua sekolah untuk parameter debu dalam ruang kelas memenuhi syarat baku mutu Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 1405 tahun 2002 dan Peraturan Gubernur Jatim No. 10 Tahun 2009 namun sebagian besar siswa yang menjadi responden mengalami keluhan kesehatan seperti bersin-bersin, sakit kepala, dan sesak nafas. Keluhan kesehatan pada sistem pernafasan erat kaitannya dengan keberadaan kapang di udara.

*Institute of Medicine (IOM)* menemukan ada bukti yang cukup untuk menghubungkan paparan kapang dalam ruangan dengan gejala saluran pernapasan bagian atas, batuk, dan mengi pada orang sehat; dengan gejala asma pada penderita asma; dan dengan pneumonitis hipersensitivitas pada individu yang rentan terhadap kondisi yang dimediasi kekebalan. IOM juga menemukan bukti yang sugestif untuk menghubungkan paparan kapang dalam ruangan dan penyakit pernapasan pada anak-anak yang sehat. Intervensi yang dipilih adalah memperbaiki kondisi perumahan dapat mengurangi morbiditas dari asma dan alergi pernafasan (CDC, 2017).

Kondisi perumahan yang buruk dapat berakibat pada kesehatan. Salah satu perumahan yang berpotensi tinggi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang adalah kamar kos. Di dalam kamar kos tersebut penyewa kamar menghabiskan waktunya. Kamar kos yang gelap, lembab, dan sanitasi yang buruk dapat memicu pertumbuhan kapang. Kapang yang tumbuh dan mengkolonisasi bagian-bagian dalam ruangan mudah dijumpai pada bagian-bagian ruangan yang lembab, seperti bagian-bagian yang sering terkena air dan perabotan lembab yang jarang terkena sinar matahari (Mazur et. Al, 2006).

Kampus UNNES berada di wilayah Kelurahan Sekaran. Setiap tahun jumlah mahasiswa UNNES mengalami peningkatan. Adapun menurut data UNNES jumlah mahasiswa UNNES tahun 2016 sebanyak 33.091 orang pada tahun 2017 meningkat menjadi 36.916 orang (Data UNNES, 2018). Peningkatan jumlah mahasiswa UNNES diiringi pula dengan peningkatan akan kebutuhan rumah kos. Mahasiswa UNNES terutama yang berasal dari luar Kabupaten/Kota

Semarang memilih rumah kos sebagai tempat tinggal mereka selama menempuh masa studinya. Banyak warga baik dari penduduk lokal maupun luar kota berlomba-lomba mendirikan rumah kos tanpa memperhatikan syarat rumah sehat.

Sebagian besar rumah kos di wilayah kampus UNNES berada di Kelurahan Sekaran yang lokasinya dekat kampus UNNES dengan waktu tempuh yang singkat baik bagi pengendara motor, pesepeda maupun pejalan kaki. Kelurahan Sekaran terdiri dari lima dusun yaitu Dusun Sekaran, Dusun Banaran, Dusun Persen, Dusun Bangkong, dan Dusun Bantardowo. Dari lima dusun tersebut terdapat tujuh RW yang terdiri dari 28 RT. Dusun Sekaran terdapat 3 RW yaitu RW I (terdiri dari 5 RT), RW II (terdiri dari 3 RT), RW III (terdiri dari 3 RT). Dusun Banaran terdiri dari dua RW yaitu RW IV (terdiri dari 6 RT) dan RW V (terdiri dari 7 RT). Dusun Persen terdiri dari satu RW yaitu RW VI (terdiri dari 2 RT). Dusun Bangkong dan Bantardowo berada dalam satu RW yaitu RW VII yang terdiri dari dua RT. Dusun Sekaran dan Dusun Banaran merupakan dusun yang paling dekat dengan Kampus UNNES sehingga sebagian besar merupakan rumah kos.

Jumlah rumah kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran berbeda-beda di setiap RW. RW I terdapat 52 kos tanpa induk semang, RW II terdapat 20 rumah kos tanpa induk semang, RW III terdapat 17 rumah kos tanpa induk semang, RW IV terdapat 26 rumah kos tanpa induk semang dan di RW V terdapat 48 rumah kos tanpa induk semang sedangkan di RW VI dan VII tidak terdapat rumah kos tanpa induk semang.

Perilaku mahasiswa dalam merawat kos-kosan berbeda antara mahasiswa satu dengan mahasiswa yang lainnya dengan berbagai aktivitas intra maupun ekstra kulikuler di kampus. Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan pada 30 rumah kos dengan induk maupun tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran dapat dilihat bahwa rumah kos tanpa induk semang lebih buruk daripada rumah kos dengan induk semang baik dilihat dari perilaku mahasiswa yang tinggal maupun kondisi rumah kos sendiri. Sebanyak 70% rumah kos tanpa induk semang terdapat tumpukan sampah yang menumpuk selama beberapa hari dan berserakan. Di dalam kamar sendiri banyak tumpukan barang yang tidak tertata rapi. Atap yang bocor dan tembok yang terkena rembesan airpun tidak segera diperbaiki oleh pemilik rumah kos.

Berdasarkan studi awal yang telah dilakukan pada kos tanpa induk semang pada dua puluh kamar kos di gang Cempakasari, Kelurahan Sekaran, Semarang dapat dilihat bahwa anak kos banyak menghabiskan waktu dan melakukan segala aktifitasnya di dalam kamar seperti tidur, belajar dan makan di dalam kamar sehingga dapat berdampak terhadap kesehatannya apabila kamar kos yang ditempati tidak memenuhi syarat kesehatan. Mahasiswa menghabiskan waktu 6-20 jam di dalam kamar kos tergantung aktivitas masing-masing mahasiswa.

Pengaturan sistem ventilasi ruangan yang tidak baik sebesar 1% dari luas kamar berukuran 12 m<sup>2</sup>. Berdasarkan hasil wawancara pada dua puluh penghuni kamar sebanyak 80% mahasiswa jarang membuka jendela dan banyaknya barang yang ada di dalam ruangan akan menyebabkan terkonsentrasinya debu di dalam ruangan. Bersama debu-debu tersebut terdapat kapang yang merupakan salah satu

jenis mikroorganisme polutan di udara yang sering berhubungan dengan kejadian kesakitan pada manusia. Sebesar 69% dari dua puluh mahasiswa menyimpan tempat sampahnya di dalam kamar. Keberadaan tempat sampah yang berada di dalam kamar dapat dijadikan tempat perkembangbiakan jamur yang baik dan koloni jamur dapat melepaskan spora ke udara, sehingga menjadi sumber kontaminasi jamur udara. Selain kondisi tersebut, jamur dapat disebarkan ke udara oleh kegiatan penghuni yang berada di dalam kamar kos (Izzah, 2015). Seluruh penghuni kamar yang berada di kos tersebut menyimpan alas kakinya di dalam kamar. Menurut Simanjuntak (2015), penyebaran kapang udara ke dalam ruangan secara aktif dapat melalui manusia yang secara tidak langsung membawa debu maupun kotoran dari luar ruangan melalui alas kaki yang digunakan.

Hasil pengukuran kelembaban dan pencahayaan pada dua puluh kamar kos tersebut diperoleh hasil bahwa seluruh kamar yang diukur tidak memenuhi syarat untuk parameter kelembaban dan suhu dengan rata-rata kelembaban pada dua puluh ruang kamar sebesar 73,6 %. Pengukuran intensitas cahaya pada dua puluh kamar diperoleh hasil sebanyak dua (40%) kamar yang intensitas cahayanya masih dibawah 60 lux sehingga kamar tidak memenuhi syarat. Semakin tinggi nilai pencahayaan dalam ruangan menyebabkan penurunan bakteri dalam ruang (Fithri,2016).

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan pada 10 September 2018 di 10 kamar kos tanpa induk semang dengan kamar mandi di dalam maupun di luar kamar menunjukkan bahwa dari 10 media *Potato Dextrose Agar* (PDA) yang diletakkan di kamar kos tersebut menunjukkan bahwa 100% positif terdapat

kapang *Aspergillus sp.* Gangguan kesehatan akibat kapang *Aspergillus sp.* dapat dialami oleh orang-orang yang berada di dalam kamar kos tersebut. Enam dari sepuluh penghuni kos mengeluhkan bahwa mereka mengalami batuk dan bersin juga sesak nafas saat tidur maupun bangun tidur.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di atas diketahui bahwa kamar kos tanpa induk semang mempunyai resiko keberadaan dan pertumbuhan kapang sehingga perlu dikaji mengenai faktor yang mempengaruhinya. Oleh karena itu peneliti tertarik untuk melakukan penelitian mengenai “Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus Sp.* pada Kamar Kos Tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran”.

## **1.2 RUMUSAN MASALAH**

### **1.2.1 Rumusan Masalah Umum**

Berdasarkan latar belakang diatas, rumusan masalah umum dari penelitian ini adalah faktor apa sajakah yang berhubungan dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?

### **1.2.2 Rumusan Masalah Khusus**

1. Apakah ada hubungan antara luas ventilasi dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?
2. Apakah ada hubungan antara kelembaban dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?
3. Apakah ada hubungan antara intensitas cahaya dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?

4. Apakah ada hubungan antara keberadaan kamar mandi di dalam kamar dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?
5. Apakah ada hubungan antara penyimpanan alas kaki dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?
6. Apakah ada hubungan antara kebiasaan membuka jendela dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?
7. Apakah ada hubungan antara sanitasi ruang dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran?

### **1.3 TUJUAN PENELITIAN**

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini meliputi:

#### **1.3.1 Tujuan Umum**

Diketuinya Faktor yang berhubungan dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.

#### **1.3.2 Tujuan Khusus**

1. Untuk mengetahui hubungan antara luas ventilasi dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
2. Untuk mengetahui hubungan antara kelembaban dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.

3. Untuk mengetahui hubungan antara intensitas cahaya dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
4. Untuk mengetahui hubungan antara keberadaan kamar mandi di dalam kamar dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
5. Untuk mengetahui hubungan antara penyimpanan alas kaki dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
6. Untuk mengetahui hubungan antara kebiasaan membuka jendela dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
7. Untuk mengetahui hubungan antara sanitasi kamar dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.

## **1.4 MANFAAT HASIL PENELITIAN**

### **1.4.1 Untuk Dinas Kesehatan dan Instansi Terkait**

Sebagai bahan masukan bagi Dinas Kesehatan dan Puskesmas untuk merencanakan program kesehatan dalam rangka pencegahan dan pemberantasan penyakit menular, khususnya penyakit yang disebabkan oleh keberadaan kapang *Aspergillus sp.*



### 1.4.2 Untuk Masyarakat

Sebagai tambahan pengetahuan bagi masyarakat tentang keberadaan kapang di dalam ruang serta faktor lingkungan rumah yang berhubungan dengan keberadaan kapang di dalam ruang.

### 1.4.3 Untuk Peneliti

Sebagai sarana untuk menerapkan dan mengembangkan ilmu yang diperoleh selama perkuliahan dan untuk meningkatkan pengetahuan mengenai kapang dalam bidang kesehatan lingkungan.

## 1.5 KEASLIAN PENELITIAN

Keaslian penelitian ini merupakan matrik yang memuat tentang judul penelitian, nama peneliti, tahun dan tempat penelitian, rancangan penelitian, variabel yang diteliti dan hasil yang diteliti dengan membandingkan dua penelitian sebelumnya.

Tabel 1.1 Keaslian Penelitian

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi	Laila Fitria	2008, Ruang perpustakaan di tiga fakultas di Kampus Universitas "X" Depok	Cross-sectional	Kualitas fisik udara yaitu suhu udara, intensitas cahaya, kelembaban relatif; kualitas kimia udara yaitu konsentrasi debu; data umum perpustakaan : luas ruangan, jumlah	- Jenis kapang patogen yang berhasil diidentifikasi dari tiga perpustakaan yang diteliti adalah <i>Aspergillus fumigatus</i> di FA, <i>Scopulariopsis candida</i> FB, <i>Fusarium verticilloides</i> di FC - Kualitas fisik udara (suhu,

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
					mahasiswa yang dilayani, jumlah petugas; kondisi gedung perpustakaan : ventilasi, sumber cahaya, konstruksi bangunan, koleksi buku; dan sanitasi ruangan perpustakaan	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.
2.	Analisis Keberadaan <i>Candida Albicans</i> dan <i>Aspergillus Spp.</i> serta Keluhan Kesehatan dan Perilaku Penjual tentang Bahaya Kesehatan Pada Pakaian Bekas di Pasar Melati Kelurahan Tanjung Selamat Kota Medan Tahun 2015	Herna Monalisa Hura	2015, Pasar Melati Kelurahan Tanjung Selamat Kota Medan	Deskriptif	Perilaku penjual, jamur <i>Candida albicans</i> dan <i>Aspergillus spp.</i> , keluhan kesehatan.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sebagian besar penjual pakaian bekas berada pada kategori pengetahuan sedang (73,3%), sikap sedang (90,0%) dan tindakan sedang (93,3%)</li> <li>- Keluhan kesehatan kulit dialami oleh 3 orang (5,0%) penjual pakaian bekas dengan keluhan gatal, kulit kemerahan, nyeri, dan adanya bercak putih. Keluhan kesehatan</li> </ul>

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
						pernafasan dialami oleh 5 orang (8,3%) penjual pakaian bekas dengan keluhan sesak napas, batuk-batuk, sakit tenggorokan dan jumlah dahak meningkat
3.	Keanekaragaman Kapang Udara di Ruang Perkuliahan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak	Noriami Simanjuntak	2015, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak	Air Sampling method	Udara dalam ruang	- Semua pakaian bekas yang diperiksa tidak mengandung jamur <i>Candida albicans</i> dan 80% pakaian bekas mengandung jamur <i>Aspergillus spp.</i> Hasil isolasi dan identifikasi kapang udara dari ruang perkuliahan ditemukan 15 jenis kapang. Terdapat 3 jenis kapang yang ditemukan di ruang perkuliahan menggunakan AC dan kipas angin. Kapang udara yang ditemukan di ruang perkuliahan menggunakan AC terdiri atas 6 jenis dan 12 jenis kapang udara yang ditemukan di ruang perkuliahan menggunakan kipas angin

No	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun dan Tempat Penelitian	Rancangan Penelitian	Variabel Penelitian	Hasil Penelitian
4.	Microbiological Quality of Indoor Air in University Rooms	M. Stryjako wska-Sekulska, A. Piotrasze wska-Pajak, A. Szyszka, M. Nowicki, M. Filipiak	2007, Poznań university of economics in Poland	Koch sedimentati on method according to Polish Standard PN 89/z- 04008/08	Indoor air	1. Indoor air contamination in investigated university rooms caused by mesophilic aerobic bacteria 2. The microbiological quality of the air in investigated rooms was differentiated and changed significantly in the course of the day 3. In 27% of samples the number of bacteria in indoor air exceeded the level of bacterial contamination of outdoor air. Almost 23% of tested indoor air samples showed higher fungal contamination than outdoor air.
5.	Fungal Pollution of Indoor Environments and Its Management.	Khan, A. H., Karuppaiyil, S.M.	(2012). India	Review		Role of fungi as biological contaminants and their impact of human health

Beberapa hal yang membedakan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya adalah:

1. Penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara luas ventilasi, kebiasaan membuka jendela, penyimpanan alas kaki, kamar mandi dalam kamar, sanitasi ruang, suhu, kelembaban, pencahayaan terhadap keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos.
2. Lokasi penelitian ini berada di kamar kos. Sedangkan penelitian sebelumnya berada di perpustakaan, rumah sakit, puskesmas maupun ruang kelas. Sehingga keberadaan kapang di dalam kamar kos belum pernah diteliti.

## **1.6 RUANG LINGKUP PENELITIAN**

### **1.6.1 Ruang Lingkup Tempat**

Penelitian ini dilaksanakan di Rumah Kos.

### **1.6.2 Ruang Lingkup Waktu**

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2018.

### **1.6.3 Ruang Lingkup Keilmuan**

Penelitian ini dibatasi pada Bidang Ilmu Kesehatan Masyarakat dengan kajian bidang Kesehatan Lingkungan mengenai keberadaan kapang di dalam ruang.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 LANDASAN TEORI**

##### **2.1.1 Jamur**

###### 2.1.1.1 Definisi

Jamur adalah organisme eukariotik; jamur berbeda dari tanaman karena tidak memiliki klorofil. Terdapat jamur makroskopis (*mushroom*) atau mikroskopik (*kapang* dan *khamir*). Adapun menurut analisis molekuler, jamur benang atau kapang dan khamir adalah organisme yang secara filogenetik bersifat *diverse*. Artinya, baik jamur benang dan khamir terdapat dalam kelompok besar dari Ascomycetes dan Basidiomycetes, sedangkan cendawan yang diartikan dari *mushrooms* atau *edible mushrooms* umumnya termasuk dalam kelompok Homobasidiomycetes yang monofiletik. Jamur bersifat motil; mereka dapat tumbuh sebagai sel tunggal (*ragi*) atau struktur berfilamen (*miselia*), yang sebagian diantaranya membentuk cabang (Brooks dkk, 2005), (Gandjar dkk., 2006).

###### 2.1.1.2 Morfologi dan Struktur Jamur secara umum

Bagian yang cukup penting dari sel jamur benang adalah hifa. Kumpulan hifa membentuk struktur yang bernama *miselium* dan bisa dilihat mata telanjang. Bentuknya yang seperti kumpulan benang-benang membuat jamur benang memiliki sebutan lain yaitu jamur benang. Hifa memiliki fungsi untuk menyerap nutrisi dari lingkungan serta membentuk struktur untuk reproduksi. Hifa adalah

suatu struktur fungus berbentuk tabung menyerupai seuntai benang panjang yang terbentuk dari pertumbuhan spora atau konidium (Gandjar dkk., 2006).

Bagian yang mencolok dari jamur benang adalah miselium yang terbentuk dari kumpulan hifa yang bercabang-cabang membentuk suatu jala. Hifa berisi protoplasma yang dikelilingi oleh suatu dinding yang kuat. Pertumbuhan hifa berlangsung terus-menerus di bagian apikal, sehingga panjangnya tidak dapat ditentukan secara pasti. Diameter hifa umumnya tetap, yaitu berkisar 3-30  $\mu\text{m}$ . Jenis yang berbeda memiliki diameter yang berbeda pula, dan ukuran diameter tersebut dapat juga dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Carlile dan Watkinson, 1994).

#### 2.1.1.3 Klasifikasi

Menurut Brooks dkk (2005), jamur tumbuh dalam dua bentuk dasar, sebagai yeast/ragi dan molds/kapang.

##### 2.1.1.3.1 Khamir

###### 2.1.1.3.1.1 Definisi

Khamir (*yeast*) merupakan jasad renik (mikroorganisme) yang pertama yang digunakan manusia dalam industri pangan. Khamir merupakan jenis jamur uniseluler. Istilah khamir umumnya digunakan untuk bentuk-bentuk yang menyerupai jamur dari kelompok Ascomycetes yang tidak berfilamen tetapi uniseluler berbentuk ovoid atau spheroid. Bentuk khamir dapat sferikal sampai ovoid, kadang dapat membentuk miselium semu. Ukuran juga bervariasi. Struktur yang dapat diamati meliputi dinding sel, sitoplasma, vakuol air, globula lemak dan

granula. Kebanyakan khamir melakukan reproduksi secara aseksual melalui pembentukan tunas secara multilateral ataupun polar.

#### 2.1.1.3.1.2 Morfologi

Sel khamir mempunyai ukuran bervariasi, yaitu dengan panjang 1-5 mm sampai 20-50 mm dan lebar 1-10 mm. Bentuk khamir dapat berbentuk bulat oval, seperti jeruk, silindris, segitiga, memanjang seperti miselium sejati atau meselium palsu, ogival yaitu bulat panjang dengan salah satu ujung runcing, segitiga melengkung, dan lain-lain. Bagian struktur yang terlihat adalah dinding sel, sitoplasma, vakuola, butir lemak, albumin, dan pati. Pewarnaan khusus akan membantu kita melihat intinya. Khamir tidak bergerak karena itu tidak mempunyai struktur tambahan di bagian luarnya seperti flagella.

Beberapa jenis khamir membentuk kapsul di sebelah luar. Tipe endospora aseksual yang tahan panas seperti yang diproduksi bakteri *Bacillus* dan *Clostridium* tidak dihasilkan oleh khamir. Ukuran dan bentuk sel dalam kultur yang sama mungkin berbeda karena pengaruh perbedaan umur dan kondisi lingkungan selama pertumbuhan. Sel muda mungkin berbeda bentuknya dari yang tua karena adanya proses ontogeny, yaitu perkembangan individu sel. Contoh Khamir yang berbentuk apikulat umumnya berasal dari tunas berbentuk bulat sampai bulat oval yang terlepas dari induknya, kemudian tumbuh dan membentuk tunas sendiri.

Seperti bakteri, sel-sel khamir mempunyai lapisan dinding luar yang terdiri dari polisakarida kompleks dan di bawahnya terletak membran sel. Sitoplasma



mengandung suatu inti yang bebas (*discrete nucleus*) dan bagian yang berisi sejumlah besar cairan yang disebut vakuola.

#### 2.1.1.3.2 Kapang

##### 2.1.1.3.2.1 Definisi

Kapang (*mould/filamentous fungi*) merupakan mikroorganisme anggota Kingdom Fungi yang membentuk hifa. Kapang merupakan jenis jamur multiseluler yang bersifat aktif karena merupakan organisme saprofit dan mampu memecah bahan-bahan organik kompleks menjadi bahan yang lebih sederhana. Di bawah mikroskop dapat dilihat bahwa kapang terdiri dari benang yang disebut hifa, kumpulan hifa ini dikenal sebagai miselium.

##### 2.1.1.3.2.2 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Kapang

###### **Pertumbuhan kapang secara langsung dipengaruhi oleh:**

###### 1) Kandungan Substrat

Substrat merupakan sumber nutrisi utama bagi fungi. Nutrient baru dapat dimanfaatkan sesudah fungi mengekskresi enzim ekstraseluler yang dapat mengurai senyawa-senyawa kompleks dari substrat tersebut menjadi senyawa-senyawa yang lebih sederhana. Fungi yang tidak dapat menghasilkan enzim sesuai komposisi substrat dengan sendirinya tidak dapat memanfaatkan nutrisi dalam substrat tersebut (Gandjar et al, 2006).

###### 2) Suhu

Suhu dalam ruangan merupakan keadaan tekanan panas udara dalam ruang. Panas dalam ruangan dihasilkan karena tubuh manusia memproduksi panas

yang digunakan untuk metabolisme basal dan muskular. Seorang dewasa menghasilkan panas 300 BTU/jam, namun dari semua panas yang dihasilkan tubuh, hanya 20% saja yang dipergunakan dan sisanya akan dibuang ke lingkungan (Manan, 2007).

Sumber yang mempengaruhi iklim suhu ruangan adalah sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan bakar biomassa
2. Ventilasi yang tidak memenuhi syarat
3. Kepadatan hunian
4. Bahan dan struktur bangunan
5. Kondisi Geografis
6. Kondisi Topografi

Perubahan tingkat suhu mempengaruhi emisi dan absorpsi VOCs. Akumulasi uap pada konstruksi gedung menyebabkan kelembapan dan pertumbuhan mikroorganisme. Mengenai pengaruh temperatur terhadap kegiatan fisiologis, maka 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 (Kusnadi et al., 2003). Berdasarkan Keputusan Menteri

Kesehatan Republik Indonesia No.829/MENKES/SK/VII/1999, ditetapkan bahwa kualitas udara di dalam rumah khususnya suhu udara nyaman berkisar 18 - 30°C.

Penelitian Rachmatantri (2015) menyatakan bahwa hubungan antara variabel suhu dan variabel keberadaan mikroorganisme dinyatakan positif dengan tingkat hubungan (korelasi) signifikan, yang berarti semakin tinggi suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroorganisme akan cenderung banyak, dan makin rendah suhu, maka diikuti jumlah koloni mikroorganisme akan cenderung sedikit (rhitung = 0,62).

### 3) Kelembaban

Kelembaban merupakan banyaknya kadar air yang terkandung dalam udara dan biasanya dinyatakan dalam prosentase (Riyanto, 2009). Penyebaran penyakit dapat terjadi karena adanya pencemaran udara ruang yang didalamnya terkandung kapang. Pengaturan kelembaban sangat penting dalam ruangan. 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. Kelembaban yang terlalu tinggi maupun rendah dapat menyebabkan suburnya pertumbuhan mikroorganisme.

Secara umum penilaian kelembaban dalam ruang dilakukan dengan menggunakan higrometer. Kelembaban terdiri dari 2 jenis, yaitu :

1. Kelembaban absolut, yaitu berat uap air per unit volume udara.
2. Kelembaban nisbi (relatif), yaitu banyaknya uap air dalam udara pada suatu temperatur tersebut.

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. 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). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NOMOR 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah standar bahwa standar kelembaban 40 – 60%.

Penelitian Vidyautami (2015) menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara kelembaban dengan jumlah mikroorganisme dengan nilai  $r$  hitung sebesar 0,42. Namun, pada penelitian Vindrahapsari (2016) menyatakan tidak ada hubungan yang signifikan antara kelembaban dengan jumlah bakteri dalam ruang ( $p$  value = 0,082).

#### 4) Oksigen

Kapang pada umumnya bersifat aerobik (membutuhkan oksigen), sedangkan ragi atau khamir bersifat aerobik fakultatif (dapat hidup baik pada keadaan aerobik maupun anaerobik) (Kusnadi et al., 2003).

#### 5) Derajat Keasaman (pH)

Seperti halnya rentang temperatur, rentang pH yang dapat ditolerir fungi antara spesies yang satu dengan spesies yang lainnya. Secara umum, pH optimum

bagi kebanyakan fungi adalah 3,8 – 5,6. Tetapi ada sedikit fungi yang dapat hidup di bawah pH 3 atau diatas pH 9. Bila dibandingkan dengan bakteri yang mempunyai rentang pH antara 6,5 – 7,5, rentang pH fungi jauh lebih asam. Malt agar adalah medium yang sering digunakan untuk pemeliharaan fungi di laboratorium karena mempunyai pH 4,5 (Kusnadi et al., 2003).

#### 6) Bahan Kimia

Bahan kimia sering digunakan untuk mencegah pertumbuhan fungi. Misalnya, natrium benzoat yang dimasukkan ke dalam bahan pangan sebagai pengawet karena senyawa tersebut tidak bersifat toksik untuk manusia. Senyawa formalin juga disemprotkan pada tekstil yang akan disimpan untuk waktu tertentu sebelum dijual. Hal ini terutama untuk mencegah pertumbuhan kapang yang bersifat selulolitik, seperti *Chaetomium globosum*, *Aspergillus niger*, dan *Cladosporium cladosporoides* yang dapat merapuhkan tekstil atau meninggalkan noda hitam akibat sporulasi yang terjadi, sehingga menurunkan kualitas bahan tersebut (Gandjar, 2006).

#### 7) Air

Seperti halnya pada semua organisme, air adalah kebutuhan mutlak yang harus ada selama kehidupan fungi. Miselium fungi hanya akan dapat tumbuh pada larutan yang mengandung air atau pada keadaan udara yang lembab. Meskipun demikian, ada juga beberapa fungi yang tetap dapat menghasilkan spora dan tubuh buah tetapi tidak dapat tumbuh baik dalam keadaan kekeringan yang ekstrim (Kusnadi et al., 2003).

**Pertumbuhan kapang secara tidak langsung dipengaruhi oleh beberapa faktor fisik seperti berikut:**

1) Ventilasi

Ventilasi adalah saluran udara untuk pertukaran udara segar ke dalam rumah. Pertukaran udara yang buruk dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi penghuni rumah. Dalam penempatannya, ventilasi sebaiknya diletakkan secara *cross ventilation* dengan menempatkan dua ventilasi berhadapan antar dinding (Anggraeni, 2017).

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No.829/MENKES/SK/VII/1999, ditetapkan bahwa luas penghawaan atau ventilasi alamiah yang permanen minimal 10% dari luas lantai (Kementrian Kesehatan RI, 1999).

Sistem sirkulasi mempunyai pengaruh terbesar terhadap keberadaan mikroorganisme udara. Artinya dengan sirkulasi yang baik dimana udara dapat bergerak atau bertukar maka mikroorganisme akan berkurang jumlahnya. Sebaliknya jika sirkulasi buruk dimana udara relatif tidak bergerak atau ada pergerakan tetapi sedikit dan tidak mampu mengganti udara berkualitas buruk dengan udara bersih/segar maka kemungkinan akan mengandung mikroorganisme lebih besar, dengan probabilitas mencapai 9613 kali (Moerdjoko, 2004).

2) Pencahayaan

Penerangan atau disebut juga pencahayaan merupakan salah satu faktor fisik penting yang berpengaruh terhadap kenyamanan penghuni ruangan. Pencahayaan berkaitan dengan kemampuan manusia dalam melihat objek

(Suma'mur, 1996). Sebuah bangunan dapat dikatakan sebagai rumah yang sehat apabila memiliki pencahayaan yang cukup. Hal ini dikarenakan cahaya mempunyai sifat dapat membunuh bakteri atau kuman yang masuk ke dalam rumah (Mubarok et al., 2009).

Pencahayaan harus cukup baik waktu siang maupun malam hari. Pada malam hari pencahayaan yang ideal adalah penerangan listrik. Pada waktu pagi dan siang hari, sumber pencahayaan bersumber 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. Selain itu, cahaya yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kenaikan suhu pada ruangan. Pada umumnya sel mikroorganisme rusak akibat cahaya, terutama pada mikroorganisme yang tidak mempunyai pigmen fotosintetik. Sinar dengan gelombang pendek akan berpengaruh buruk terhadap mikroorganisme. 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 mikroorganisme (Wulandari, 2013). Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NOMOR 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah bahwa standar pencahayaan minimal 60 Lux.

Penelitian Vidyautami (2015) dan Rachmatantri (2015) yang menyatakan bahwa antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroorganisme terdapat hubungan, dengan nilai  $r$  hitung berturut-turut  $-0,13$  dan  $-0,42$ . Hasil nilai  $r$

hitung yang negatif menunjukkan hubungan antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroorganisme berbanding terbalik, yang berarti semakin besar intensitas cahaya maka jumlah mikroorganisme semakin sedikit.

### 3) Kamar Mandi

Kamar mandi harus memiliki sirkulasi udara yang baik terdapat ventilasi di dalam kamar mandi, dan mendapatkan asupan cahaya yang cukup baik dari penerangan alami maupun buatan. Dengan begitu, kondisi udara di sana selalu baik, dan hangat matahari dapat membuat kamar mandi tidak lembab. Untuk membuat kamar mandi seperti di atas, dibutuhkan bukaan dalam bentuk jendela atau jalusi. Bisa pula ditambah skylight pada atap guna memasukkan lebih banyak sinar matahari. Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang yaitu kelembaban antara 25-75%: spora jamur akan meningkat dan terjadi kemungkinan peningkatan pertumbuhan jamur, dan sumber kelembaban: tandon air, bak air di kamar mandi (Fitria L, 2008). Air mempunyai kemampuan untuk berubah dari cair menjadi uap sehingga suhu udara disekitarnya menjadi lebih dingin. Pada siang hari radiasi dari panas sinar matahari dapat digunakan untuk sebagai energi untuk mengubah air menjadi uap air yang akan mengubah iklim mikro disekitarnya. Adanya uap air di udara mengakibatkan kelembaban akan bertambah (Hendrawati, 2016).

Fungsi kamar mandi untuk membersihkan dan membasahi badan, maka kamar mandi memiliki sifat lembab. Oleh karena itu, syarat yang perlu diperhatikan ketika merencanakan kamar mandi adalah sebagai berikut:



1. Arus kegiatan kamar mandi harus jelas, yaitu dengan cara menempatkan peralatan kamar mandi secara tepat dan terpadu. Seperti misalnya bahwa peralatan yang sering dipakai ditempatkan pada tempat yang paling dekat dengan arah putar pintu masuk kamar mandi.
2. Penerangan alam atau penerangan buatan harus cukup. Selain fungsinya untuk menerangi ruangan ketika membersihkan badan atau mandi, penerangan ini juga berfungsi menurunkan kadar kelembaban ruangan.
3. Ventilasi ruangan harus dapat mengalirkan udara dan bau bauan keluar ruangan serta menggantikannya dengan udara segar.
4. Kamar mandi harus dapat meredam suara suara yang timbul agar tidak terdengar dari luar.
5. Peralatan dan material yang digunakan sebagai perlengkapan kamar mandi harus dari bahan yang mudah dibersihkan dan tidak membahayakan pemakainya

#### 4) Kebiasaan Membuka Jendela

Kualitas udara luar ruangan juga dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan. Kebiasaan membuka jendela merupakan hal yang mempengaruhi udara dari luar kedalam ruang (Suryani, 2015).

Kebiasaan membuka jendela dapat mengantarkan cahaya matahari masuk kedalam kamar. Ruangan yang jendelanya tidak pernah dibuka berpotensi memiliki kelembapan yang tinggi dan menjadi tempat ideal untuk berkembangnya jamur. Kondisi ini dapat diminimalisir dengan membiarkan cahaya matahari pagi masuk lewat jendela agar suhu ruangan kembali seimbang. Membuka jendela di

pagi hari berarti juga memastikan sirkulasi udara dalam ruangan terjaga dengan baik. Udara yang lama dan pengap akan diganti dengan hawa baru dan lebih kaya akan oksigen. Sirkulasi udara yang baik juga membantu meminimalisir serangan mikroorganisme penyebab penyakit (Iwan T., 2018).

#### 5) Penyimpanan Alas Kaki

Penyebaran kapang di dalam ruang perkuliahan dapat melalui beberapa cara. Penyebaran kapang dapat secara pasif maupun aktif. Penyebaran secara aktif terjadi karena adanya aktivitas individu, sedangkan penyebaran secara pasif tergantung pada agen pembawanya, yang pada umumnya agen pembawa tersebut adalah udara. Penyebaran kapang udara ke dalam ruangan secara aktif dapat melalui manusia yang secara tidak langsung membawa debu maupun kotoran dari luar ruangan melalui alas kaki yang digunakan (Simanjuntak, 2015). Penggunaan alas kaki yang tidak dilepas oleh para pengunjung Puskesmas saat masuk ke dalam ruang tunggu dapat menyebabkan masuknya mikroorganisme ke dalam ruang tunggu (Izzah, 2015). Proliferasi jamur sering ditemukan ditempat yang tinggi kelembabannya, dapat terlihat dari area ruangan yang memiliki kelembaban dan substrat yang mendukung adanya pertumbuhan jamur seperti langit-langit ruangan, lemari dan alas kaki.

#### 6) Sanitasi Ruangan

Menurut Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 965/MENKES/SK/XI/1992, pengertian sanitasi adalah segala upaya yang dilakukan untuk menjamin terwujudnya kondisi yang memenuhi persyaratan kesehatan. Sedangkan menurut Notoatmodjo (2003), sanitasi itu sendiri

merupakan perilaku disengaja dalam pembudayaan hidup bersih dengan maksud mencegah manusia bersentuhan langsung dengan kotoran dan bahan buangan berbahaya lainnya dengan harapan usaha ini akan menjaga dan meningkatkan kesehatan manusia.

Sanitasi dalam ruangan erat kaitannya dengan keberadaan debu. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI NOMOR 1077/MENKES/PER/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah Upaya penyehatan yang dapat dilakukan untuk mengendalikan debu antara lain:

1. Rumah dibersihkan dari debu setiap hari dengan kain pel basah atau alat penyedot debu.
2. Memasang penangkap debu (electro precipitator) pada ventilasi rumah dan dibersihkan secara berkala.
3. Menanam tanaman di sekeliling rumah untuk mengurangi masuknya debu ke dalam rumah.

#### 2.1.1.3.2.3 Klasifikasi Kapang

Berdasarkan ada tidaknya septa dibedakan beberapa kelas yaitu :

2. Kapang tidak berseptata
  - a. Kelas Oomycetes (spora seksual disebut oospora) terdiri dari ordo saprolegniales (spesies Saprolegnia) dan ordo Peronosporales (spesies Pythium).

- b. Kelas Zygomycetes (spora seksual zigospora) terdiri dari ordo Mucorales (spora aseksual adalah sporangiospora) seperti : Mucor mucedo, Zygorrhynchus, Rhizopus, Absidia dan Thamnidium.

3. Kapang bersepta

Kelas fungi tidak sempurna (imperfecti) tidak mempunyai spora seksual.

a. Ordo Moniales

- 1) Famili Monialiaceae : Aspergillus, Penicillium, Trichothecium, Geotrichum, Neurospora, Sporotrichum, Botrytis, Cephalosporium, Trichoderma, Scopulariopsis, Pullularia.
- 2) Famili Dematiaceae : Cladosporium, Helminthosporium, Alternaria, Stenphylium.
- 3) Famili Tuberculariaceae : Fusarium
- 4) Famili Cryptococcaceae (fungsi seperti khusus atau false yeast) : Candida (khamir), Cryptococcus.
- 5) Famili Rhodotorulaceae : Rhodotorula (khamir).

b. Ordo Melanconiales : Colletotrichum, Gleosporium, Pestalozzia.

c. Ordo Sphaeropsidales (konidia berbentuk botol, dinamakan piknidia) : Phoma, Dlipodia.

4. Kelas Ascomycetes. Spora seksual adalah askospora, seperti : jenis Endomyces, Monascus, Sclerotinia. Yang termasuk dalam fungi imperfecti : Neurospora, Eurotium (tahap seksual dari Aspergillus), dan Penicillium.

#### 2.1.1.3.2.4 Sifat Pertumbuhan

Kapang atau moulds cenderung tumbuh dengan baik pada permukaan substrat alami maupun substrat buatan di laboratorium. Di habitat alaminya, kapang dapat ditemukan pada aneka substrat, baik di lingkungan darat, perairan, maupun udara. Kapang dapat ditemukan di kayu lapuk, buah-buahan yang terlalu masak, makanan yang membusuk, dedaunan, batang pohon, kertas, tekstil, kulit, dan lain-lain. Sedangkan di laboratorium, medium yang umum digunakan sebagai media tumbuh kapang diantaranya Czapek's Dox Agar, *Hay Infusion Agar* (HIA), *Malt Extract Agar* (MEA), *Malt Yeast Agar* (MYA), *Oatmeal Agar*, *Potato Carrot Agar* (PCA), *Potato Dextrose Agar* (PDA), *Potato Sucrose Agar* (PSA), dan Taoge Extratct 6% Sucrose Agar (Gandjar et al., 2000).

Pada media yang sesuai, kapang dapat tumbuh dan bersporulasi dengan cepat. Dengan dihasilkannya spora dalam jumlah banyak, spora dapat dengan mudah disebarkan oleh angin ke segala arah. Apabila spora menemukan tempat yang cocok, spora akan tumbuh dan membentuk individu baru. Hal inilah yang menyebabkan kapang merupakan salah satu kontaminan yang umum ditemukan di laboratorium. Disamping itu, spora kapang juga sering bertindak sebagai bahan yang bersifat alergen (Kusnadi et al., 2003).

#### 2.1.1.3.2.5 Penangkapan Kapang dengan Media PDA

##### 1. Penangkapan kapang di udara

Dilakukan dengan meletakkan media Potato Dextrose Agar (PDA) dalam ruangan dengan ketinggian  $\pm 1$  meter dari lantai. Buka cawan petri yang berisi

media PDA steril selama  $\pm 30$  menit. Setelah 30 menit, tutup kembali cawan petri dan bawa ke laboratorium.

## 2. Proses Inkubasi

Cawan petri yang telah digunakan untuk menangkap kapang segera dibawa ke laboratorium untuk proses inkubasi. Proses inkubasi berlangsung selama 48-72 jam pada suhu  $37^{\circ}\text{C}$  dengan posisi cawan terbalik agar tidak ada kontaminasi uap air pada media PDA.

## 3. Identifikasi dan perhitungan jumlah koloni

Identifikasi terhadap kapang yang tumbuh pada media dilakukan secara makroskopis dengan mengamati 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 warna bagian belakang koloni.

### 2.1.1.3.2.6 Kapang dalam Ruang

Kapang yang banyak ditemukan tumbuh di dalam ruangan adalah *Cladosporium*, *Penicillium*, *Alternaria*, dan *Aspergillus* (Mazur et. al. 2006).

Tabel 2.1 Penelitian mengenai Kapang yang Berada di Udara pada Beberapa Negara

No.	Lokasi	Negara	Jenis kapang yang ditemukan	Masalah Kesehatan	Sumber Pustaka
1	International Center for Chemical and Biological Sciences (ICCBS ) building, Karachi	Pakistan	<i>Cladosporium</i> spp. <i>Alternaria</i> spp. <i>Periconia</i> spp. <i>Curvularia</i> spp. <i>Stemophyllum</i> spp. <i>Aspergillus</i> spp. <i>Penicillium</i> spp.	Diagnosis and treatment or preventive measures for allergy and asthmatic individuals	Hasnainetal. (2012)
2	Hotel rooms in Asia and Europe	Asia China, Taiwan, Malaysia, Thailand, Vietn	<i>Aspergillus versicolor</i> <i>Stachybotry schartarum</i> <i>Penicillium</i> spp.	Analysis of fungal DNA in 69 hotel rooms in 20	Norback and Cai (2011)

			am, Japan, Cambodia and Iran		countries of Asia&Europe	
			Europe Spain,Italy,Sweden, France,Portugal ,U.K, Norway,Denmark, Germany,Poland,Estonia and Iceland			
3	House dust samples, Turubah,Taif	Saudi Arabia		<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus fumigatus</i> <i>Aspergilluspenicilloides</i> <i>Aspergillus repens</i> <i>Penicillium glabrum</i>	Fungi identified were toxigenic, opportunists, pathogenic and antigenic	Al-Humiany(2010)
4	Metro railway station, Kolkata	India		<i>Aspergillus flavus</i> <i>Aspergillus niger</i> <i>Penicillium spp.</i>	To evaluate prevalent airborne fungi in the indoor environment of railway station	Ghoshetal.(2011)
5	Child care centers, Singapore	Singapore		<i>Aspergillus</i> , <i>Penicillium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Cladosporium</i>	Information provided was useful to determine etiology of wheeze and rhinitis	Zuraimietal. (2009)

---

(Sumber : Khan et al., 2012)

Di Indonesia sendiri penelitian mengenai kapang yang berada di dalam ruangan telah banyak dilakukan. Penelitian Fitria (2008) menyebutkan bahwa Jenis kapang patogen yang berhasil diidentifikasi dari tiga perpustakaan yang diteliti adalah *Aspergillus fumigatus* di FA, *Scopulariopsis candida* FB, *Fusarium verticilloides* di FC. Penelitian Simanjuntak (2015) menyatakan bahwa terdapat enam spesies yang ditemukan di ruang perkuliahan yang menggunakan AC yaitu *Aspergillus clavatus*, *A. niger*, *Cladosporium cladosporioides*, *Curvularia lunata*,

*Cylindrocarpon olidum*, and *Penicillium funiculosum*, dengan suhu 27-29°C, kelembaban 80-92%, dan intensitas cahaya 66-252 Lux. Sementara ruang perkuliahan yang menggunakan kipas angin memiliki dua belas spesies kapang yang terdiri dari *Acremonium charticola*, *Aspergillus candidus*, *A. flavus*, *A. niger*, *Bipolaris australiensis*, *C. cladosporioides*, *C. clavata*, *P. chrysogenum*, *P. citrinum*, *P. funiculosum*, *P. variable* and *Phytophthora capsici*, dengan suhu 30-31°C, kelembaban 78-88%, dan intensitas cahaya 75-338 Lux. Tetapi ruang perkuliahan yang menggunakan AC dan kipas angin memiliki tiga jenis kapang di udara, terdiri dari *A. niger*, *C. cladosporioides*, and *P. funiculosum*.

#### 2.1.1.3.3 Perbedaan Kapang dengan Khamir

Tabel 2.2 Perbedaan Kapang dengan Khamir

No.	Kapang	Khamir
1	MULTISELULER	UNISELULAR
2	Berbentuk filament yang disebut hifa. Kumpulan hifa disebut miselium	Berbentuk ovoid atau spheroid. Kadang dapat membentuk miselium semu
3	Reproduksi umumnya melalui spora baik spora seksual maupun aseksual	Perbanyakan aseksual umumnya melalui tunas multilateral maupun polar. Perbanyakan seksual menghasilkan askospora



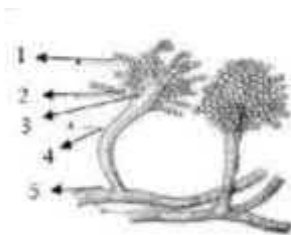
## 2.1.2 Kapang *Aspergillus spp.*

### 2.1.2.1 Taksonomi

Pelczar dan Chan (1998) menyebutkan bahwa urutan taksonomi kapang *Aspergillus sp.* yaitu sebagai berikut.

Kingdom	: Fungi
Divisi	: Amastigomycota
Subdivisi	: Deuteromycota
Kelas	: Deuteromycetes
Subkelas	: Hyphomycetidae
Ordo	: Moniliales
Familia	: Moniliaceae
Genus	: <i>Aspergillus</i>

### 2.1.2.2 Morfologi



**Gambar 2.1 Mikroskopis *Aspergillus sp.* (1. Konidia, 2. Sterigmata, 3. Vesikel, 4. Konidifor, 5. Miselium)**

Pengamatan morfologi secara mikroskopis dapat digunakan untuk memberi gambaran identifikasi kapang hingga ke tingkat spesies. Berikut beberapa spesies kapang *Aspergillus sp.* berdasarkan morfologi mikroskopisnya.

#### 2.1.2.2.1 *Aspergillus brevis*

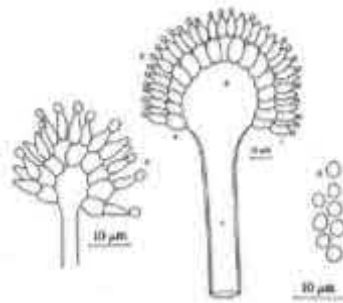
Konidiofor berwarna hialin, sederhana, dan berdinding tebal. Konidia berwarna coklat pucat, coklat kekuningan, berbentuk bulat, dan berdinding kasar (Watanabe, 2002).



**Gambar 2.2 *Aspergillus brevis* (a. Konidiofor dan massa spora, b. Vesikel, filialid, dan konidia, c. Konidia). Sumber : Watanabe (2002).**

#### 2.1.2.2.2 *Aspergillus candidus*

Koloni tumbuh agak lambat pada media Czapek's Dox dan mencapai diameter 1,0 – 1,5 cm dalam 7 hari. Koloni umumnya tipis dengan sedikit miselia aerial yang tercampur dengan konidiofor yang muncul dari miselia yang ada di permukaan agar. Kepala konidia berwarna putih, kemudian menjadi krem, dan agak basah pada koloni yang masih segar. Stipe dari konidiofor berwarna hialin hingga agak kuning dan berdinding halus. Kepala konidia seringkali ada yang kecil. Vesikula berbentuk bulat hingga semibulat. Fialid kadang-kadang terbentuk langsung pada vesikula akan tetapi pada umumnya terbentuk pada metula. Konidia berbentuk bulat hingga semibulat, berwarna hialin, berdinding tipis, dan halus. Pertumbuhan koloni pada medium MEA lebih cepat dan bersporulasi lebih lebat (Gandjar et al., 2000).



**Gambar 2.3 Aspergillus candidus (a. Kepala konidia berukuran kecil, b. Kepala konidia yang umum, c. Konidiofor, d. Vesikel, e. Metula, f. Fialid, g. Konidia) Sumber : Gandjar et al. (2000)**

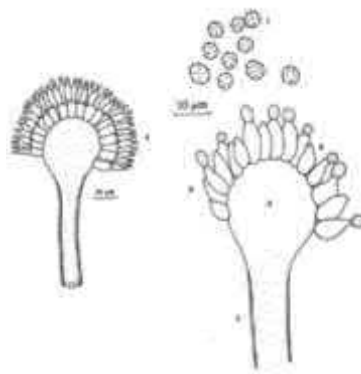
#### 2.1.2.2.3 *Aspergillus clavatus*

Koloni tumbuh agak cepat pada media Czapek's Dox, mencapai diameter 2,5 – 3,5 cm dalam 7 hari, dan berwarna hijau kebiruan karena lebatnya konidiofor yang panjang. Kepala konidia berbentuk gada yang kemudian merekah menjadi kolom yang divergen. Panjang konidifor 1,5 – 3,0  $\mu\text{m}$ , berwarna hialin, dan berdinding halus. Panjang konidiofor merupakan kriteria penting untuk membedakan *A. clavatus* dengan spesies lain yang mirip, tetapi cahaya siang (day light) dapat mempengaruhi panjang konidiofor. Vesikula berbentuk khas seperti gada. Fialid terbentuk langsung pada vesikula. Konidia berbentuk elips, berwarna hijau, dan berdinding tipis. Koloni memberikan pertumbuhan yang sama pada medium MEA, hanya saja konidiofor yang terbentuk tidak lebat (Gandjar et al.,2000).

#### 2.1.2.2.4 *Aspergillus flavus*

Koloni pada media Czapek's Dox mencapai diameter 3 – 5 cm dalam waktu 7 hari dan berwarna hijau kekuningan karena lebatnya konidiofor yang terbentuk. Kepala konidia khas berbentuk bulat, kemudian merekah menjadi

beberapa kolom, dan berwarna hijau kekuningan hingga hijau tua kekuningan. Konidifor berwarna hialin, kasar, dan dapat mencapai panjang 1,0 – 2,5  $\mu\text{m}$ . Vesikula berbentuk bulat hingga semi bulat. Fialid terbentuk langsung pada vesikula atau metula. Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, hijau pucat, dan berduri. Pertumbuhan koloni lebih cepat pada medium MEA (Gandjar et al., 2000).

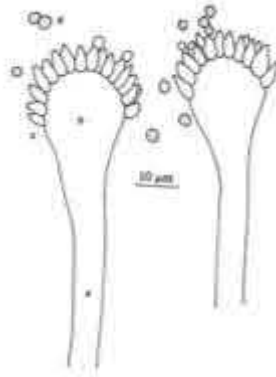


**Gambar 2.4 *Aspergillus flavus* (a. Kepala biseriata dewasa, b. Kepala biseriata muda, c. Konidiofor, d. Vesikel, e. Fialid, f. Konidia) . Sumber : (Gandjar et al., 2000)**

#### 2.1.2.2.5 *Aspergillus fumigatus*

Koloni pada media Czapek's Dox mencapai diameter 3 – 5 cm dalam waktu 7 hari dan berwarna hijau tua karena lebatnya konidiofor yang terbentuk dari miselia yang ada di agar dan juga dari miselia aerial. Kepala konidia khas berbentuk kolumnar. Konidifor pendek, berdinding halus, berwarna hijau (khusus pada bagian atas). Vesikula berbentuk gada yang lebar. Fialid terbentuk langsung pada vesikula, seringkali berwarna hijau. Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, berwarna hijau, dan berdinding kasar hingga berduri. Pertumbuhan koloni lebih cepat dan lebih lebat pada medium MEA. Spesies ini bersporulasi dengan

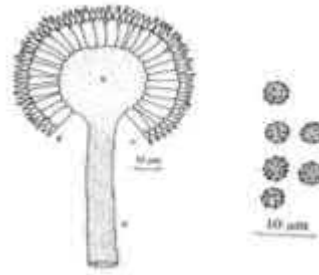
lebat dan bersifat patogen sehingga harus berhati-hati dalam menanganinya (Gandjar et al., 2000).



**Gambar 2.5** *Aspergillus fumigatus* (a. Kepala biseriata dewasa, b. Kepala uniseriate muda c. Konidiofor, d. Vesikel, e. Fialid, f. Konidia) . Sumber : (Gandjar et al., 2000)

#### 2.1.2.2.6 *Aspergillus niger*

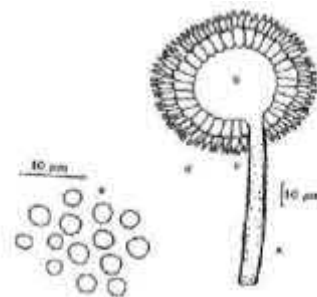
Koloni pada media Czapek's Dox mencapai diameter 4 – 5 cm dalam 7 hari dan terdiri dari suatu lapisan basal yang kompak berwarna putih hingga kuning dan suatu lapisan konidiofor yang lebat yang berwarna coklat tua hingga hitam. Kepala konidia berwarna hitam, berbentuk bulat, dan cenderung merekah menjadi kolom-kolom pada koloni berumur tua. Stipe dari konidifor berdinding halus, berwarna hialin tetapi juga dapat kecoklatan. Vesikula berbentuk bulat hingga semi bulat. Fialid terbentuk pada metula. Metula berwarna hialin hingga coklat dan seringkali bersepta. Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, berwarna coklat, memiliki ornamentasi berupa tonjolan dan duri-duri yang tidak beraturan. Koloni pada medium MEA lebih tipis tapi bersporulasi lebat (Gandjar et al., 2000).



**Gambar 2.6 Aspergillus niger (a. Vesikel, b. Metula, c. Fialid, d. Konidia).  
Sumber : (Gandjar et al., 2000)**

#### 2.1.2.2.7 *Aspergillus ochraceus*

Koloni pada media Czapek's Dox mencapai diameter 2,5 – 3,5 cm dalam 7 hari dan terdiri dari lapisan konidiofor yang tebal dan berwarna kuning. Kepala konidia berwarna kuning, bila masih muda berbentuk bulat, dan kemudian mekah menjadi beberapa kolom yang kompak. Panjang stipe dari konidifor mencapai 1,5 µm, berwarna kuning hingga coklat pucat, dan berdinding kasar. Vesikula berbentuk bulat dan berwarna hialin. Fialid terbentuk pada metula. Konidia berbentuk bulat hingga semi bulat, berwarna hialin dan berdinding sedikit kasar hingga halus. Pertumbuhan koloni pada medium MEA lebih lebat tetapi konidiofor tidak lebat. Spesies ini menghasilkan mikotoksin yaitu asam penisilat, okhratoksin A, xantomoginin, dan viaoxantin (Gandjar et al., 2000).



**Gambar 2.7 Aspergillus ochraceus (a. Konidiofor, b. Vesikel, c. Metula, d. Fialid, e. Konidia). Sumber : (Gandjar et al., 2000).**

#### 2.1.2.2.8 *Aspergillus oryzae*

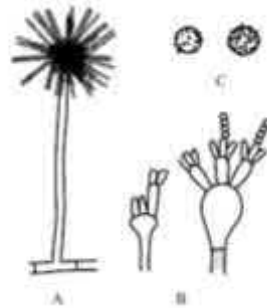
Koloni pada media Czapek's Dox mencapai diameter 4 – 5 cm dalam 7 hari dan terdiri dari suatu lapisan konidiofor yang panjang-panjang yang berbau dengan miselia aerial. Kepala konidia berbentuk bulat, berwarna hijau pucat agak kekuningan dan bila tua menjadi coklat redup. Konidifor berwarna hialin dengan panjang 4 – 5  $\mu\text{m}$ , dan umumnya berdinding kasar. Vesikula berbentuk semibulat dan berwarna hialin. Fialid terbentuk langsung pada vesikula atau pada metula. Konidia berbentuk elips bila muda, berwarna hijau dan berdinding halus atau sedikit kasar. Pertumbuhan koloni pada medium MEA cepat tapi tipis (Gandjar et al., 2000).

#### 2.1.2.2.9 *Aspergillus terreus*

Koloni pada media Czapek's Dox dapat mencapai diameter 3,5 – 5,0 cm dalam 7 hari dan terdiri dari suatu lapisan padat yang terbentuk oleh konidiofor berwarna coklat kekuningan yang makin gelap dengan bertambahnya umur koloni. Kepala konidia berwarna coklat kekuningan, tampak kompak, berbentuk kolumnar. Konidifor berwarna hialin dan berdinding halus. Vesikula berbentuk semibulat. Fialid terbentuk pada metula. Konidia berbentuk bulat hingga elips, berwarna hialin hingga kuning muda, dan berdinding halus.

#### 2.1.2.2.10 *Aspergillus parasiticus*

Konidiofor tegak, sederhana, dan berdinding kasar. Kepala konidia berwarna hijau kekuningan dan kolumnar. Konidia berwarna hijau pucat.



**Gambar 2.8 Aspergillus parasiticus (a. Konidiofor dan konidia katenulat, b. dan c. Vesikel, Fialid, Konidia). Sumber : Watanabe (2002).**

#### 2.1.2.3 Standar Jumlah Koloni

Batas jumlah koloni yang digunakan sebagai standar kualitatif banyak sedikit adalah 20 koloni dalam satu cawan petri, sesuai dengan ketentuan yang umum digunakan oleh WHO untuk mikroorganisme udara (Godish, 1991 Moerdjoko, 2004).

#### 2.1.2.4 Epidemiologi

Jamur *Aspergillus* tersebar di seluruh dunia. Konidiana dapat hidup di tanah dan di udara. Sehingga spora jamur ini selalu dapat terhirup oleh manusia. Terjadinya infeksi *Aspergillus* pada manusia lebih berperan pada faktor daya imunitas ponderosa dibandingkan virulensi jamurnya sendiri. Saluran napas atas merupakan organ yang paling sering terkena infeksi jamur *Aspergillus* (Kumala, 2006).

#### 2.1.3 Dampak yang Ditimbulkan pada Kesehatan

Inhalasi atau menelan adalah rute utama paparan spora kapang. Produk dari pertumbuhan dari kapang seperti senyawa Mikroorganisme organik volatil (MVOC) atau Mikroorganisme yang mudah menguap memecah produk dapat



berkontribusi gejala penyakit atau ketidaknyamanan secara independen. Peran jamur dalam ruangan pada gangguan iritasi yaitu penyakit terutama non-infektif seperti alergi dan asma, telah lama dikenal. Bioaerosols asal jamur, yang terdiri dari spora dan fragmen hifa yang mudah terhirup dan Elisitor ampuh iritasi bronkial dan alergi. Setidaknya 600 spesies jamur berada dalam kontak dengan manusia dan kurang dari 50 sering diidentifikasi dan dijelaskan dalam studi epidemiologi pada lingkungan dalam ruangan (Khan et al.,2012).

#### 2.1.3.1 Infeksi Pernafasan

Paparan berbagai jamur seperti *Aspergillus* spp. dan *Fusarium* spp. dapat mengakibatkan infeksi pernapasan serius pada orang immunocompromised (gangguan system kekebalan tubuh). Penyakit paru obstruktif kronik, asma, cystic fibrosis adalah gangguan antara orang berpotensi terinfeksi *Aspergillus*. Dalam cystic pasien fibrosis atau asma, *Aspergillus* spp. dapat mengembangkan aspergillosis alergi broncho paru, aspergillosis paru invasif atau semi-invasif dan aspergilloma paru ( Kawel et al., 2011; Khan et al.,2012 ).

#### 2.1.3.2 Masalah Neuropsikiatri

Orang yang mendiami bangunan berjamur dilaporkan dengan kognitif cacat dan kesulitan dalam konsentrasi. *S. chartarum* dan *Aspergillus* spp. diidentifikasi dalam sampel udara ketika penghuni bangunan itu diperiksa untuk tes psikologi neuro (seperti tes pegboard beralur dan tes pembelajaran Verbal) (Khan et al.,2012).

#### 2.1.3.3 Mikosis

Infeksi jamur biasanya disebut dengan mikosis. Mikosis yang mempunyai

insiden paling tinggi adalah kandidiasis dan dermatofitosis disebabkan oleh jamur yang merupakan anggota flora mikroorganisme normal atau yang dapat bertahan hidup pada pejamu manusia (Mitchell, 2007). Mikosis pada sistem pernapasan dapat terjadi pada saluran napas atas dan saluran napas bawah. Sinusitis jamur merupakan mikosis sistemik pada saluran napas atas yang paling banyak dilaporkan, sedangkan pada saluran napas bawah adalah mikosis paru. Di Indonesia, angka kejadian jamur pada saluran napas belum diketahui. Mikosis paru ditemukan endemis di daerah tertentu seperti Amerika, Afrika, Meksiko, Canada, dan Australia. Di Indonesia kasus mikosis paru yang telah dilaporkan yaitu aspergillosis, kriptokokosis, kandidiasis dan juga histoplasmosis. Di Rumah Sakit Persahabatan Jakarta, mikosis paru paling banyak ditemukan pada penderita dengan TB paru dan bekas TB paru (PMKI, 2001).

Menurut Mitchell (2007), jenis jamur yang sering menyebabkan infeksi oportunistik diantaranya adalah

1. *Candida albicans* (Kandidiasis sistemik)
2. *Cryptococcus neoformans* (Kriptokokosis)
3. *Aspergillus fumigatus* dan *aspergillus* lain (Aspergilosis)
4. *Rhizopus* sp, *Absidia* sp, *Mucor* sp, dan *Zygomacetes* sp. lain (Mukormikosis/ zigmomikosis)
5. *Penicillium marneffe* (Penisiliosis)

Aspergillosis merupakan infeksi yang disebabkan kapang saprofit dari genus *Aspergillus*. *Aspergillus* sp. adalah kapang saprofit yang terdapat di tanah, air dan tumbuhan yang mengalami pembusukan. Lebih dari 200 spesies

Aspergillus telah diidentifikasi dan *A. fumigatus* adalah pathogen manusia tersering dimana >90% menyebabkan invasif dan non-invasif aspergilosis. Namun, spesies lainnya termasuk *A. flavus*, *A. niger*, dan *A. terreus*, juga dapat menyebabkan penyakit. Kapang ini menghasilkan banyak konidia kecil yang mudah di aerosol. Setelah menghirup konidia tersebut, orang yang atopik sering mengalami reaksi alergi hebat terhadap antigen konidia.

#### 2.1.3.4 Mikotoksin

*Aspergillus fumigatus* menghasilkan metabolit sekunder yang disebut dengan mikotoksin. Mikotoksin yang dihasilkan dapat menimbulkan berbagai gejala dan tanda, tergantung pada organ yang terkena, dosis dan jenis mikotoksin yang dihasilkan. Gejalanya dapat berupa immunosupresi, lesi kulit dan tandatanda hepatotoxic, nephrotoxic, neurotoxic, atau genotoxic, dan menimbulkan kematian akut (Soyler, 2004).

#### 2.1.3.5 Kerusakan pada Makanan

Kapang mempunyai kisaran pH pertumbuhan yang luas, yaitu berkisar antara 1,5 – 11. Kebusukan makanan kaleng yang disebabkan oleh kapang sangat jarang terjadi, tetapi mungkin saja terjadi. Kebanyakan kapang tidak tahan panas sehingga adanya kapang pada makanan kaleng disebabkan oleh kurangnya pemanasan (under process) atau karena terjadi kontaminasi setelah proses.

Kapang memerlukan oksigen untuk tumbuh sehingga pertumbuhan pada kaleng hanya mungkin terjadi apabila kaleng bocor. Kapang lebih tahan asam, sehingga kapang sering membusukkan makanan asam, seperti buah-buahan asam dan minuman asam. Spora kapang ini tahan terhadap pemanasan selama 1 menit

pada 92°C dalam kondisi asam atau pada makanan yang diasamkan. Akan tetapi untuk mencapai konsistensi yang seperti ini, kapang tersebut memerlukan waktu untuk membentuk spora, sehingga sanitasi sehari-hari terhadap peralatan sangat penting untuk mencegah pertumbuhan kapang dan pembentukan sporanya.

Penyakit yang berhubungan dengan bioaerosol dapat berupa penyakit infeksi seperti flu, hipersensitivitas: asma, alergi, dan juga toxicoses, yaitu toksin dalam udara di ruangan yang terkontaminasi sebagai penyebab gejala SBS (Sick Building Syndrome). 'Sick building syndrome' adalah sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi gedung. SBS merupakan kumpulan gejala-gejala dari suatu penyakit. Definisi SBS adalah gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pemakai gedung selama mereka berada di dalam gedung tersebut. Gejala SBS antara lain: sakit kepala, kehilangan konsentrasi, tenggorokan kering, iritasi mata dan kulit. Beberapa bentuk penyakit yang berhubungan dengan SBS: iritasi mata dan hidung, kulit dan lapisan lendir yang kering, kelelahan mental, sakit kepala, ISPA, batuk, bersin-bersin, dan reaksi hipersensitivitas.

Kontak antara manusia dan mikroorganisme tidak dengan sendirinya secara klinis mengakibatkan perkembangan penyakit. Terjadinya infeksi tergantung sebagian pada karakteristik mikroorganisme, termasuk ketahanan terhadap virulensi intrinsik, dan jumlah bahan infeksi. Beberapa jenis jamur yang biasa ditemui pada udara dalam ruang dan menimbulkan dampak bagi kesehatan manusia adalah *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, *Penicillium*, dan *Stachybotrys*. Hanya sebagian kecil yang dapat menginfeksi manusia, namun

banyak yang dapat tumbuh pada bangunan dan mempunyai potensi untuk mengurangi kualitas udara dalam ruangan.

Efek kesehatan yang merugikan yang disebabkan jamur adalah reaksi alergi, efek beracun iritasi dan infeksi. Akan tetapi, adanya pertumbuhan jamur tidak selalu orang yang berada di daerah tersebut akan menunjukkan efek kesehatan yang negatif. Risiko paparan tertentu dapat signifikan dalam jangka panjang khususnya individu dengan kondisi kesehatan yang mendasarinya seperti asma, sistem imun, atau alergi (CDC, 2017).

#### **2.1.4 Kualitas Udara dalam Ruang**

Kualitas udara dalam ruangan adalah udara di dalam suatu bangunan yang dihuni atau ditempati untuk suatu periode sekurang-kurangnya 1 jam oleh orang dengan berbagai status kesehatan yang berlainan (Widagdo, 2009).

Kualitas udara dalam ruangan dapat dilihat dari parameter fisik, kimia, dan biologi. Parameter fisik merupakan parameter yang digunakan untuk menilai kualitas udara dari segi fisik bangunan meliputi suhu udara, kelembaban, kecepatan aliran udara, pencahayaan, kebisingan, getaran, dan bau. Parameter kimia merupakan parameter yang digunakan untuk menilai kualitas udara dari segi keberadaan bahan kimia meliputi kandungan gas karbonmonoksida (CO), Natrium oksida (NO<sub>x</sub>), Sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), Volatile Organic Compound (VOC), Formaldehyde, dan bahan kimia lainnya. Parameter biologi merupakan parameter yang digunakan untuk menilai kualitas udara dari segi keberadaan mikroorganisme di dalam ruangan meliputi keberadaan jamur (kapang/khamir), bakteri, virus, dan lain-lain (Fitria, 2008).

#### 2.1.4.1 Pencemaran Udara dalam Ruang

Pencemaran udara dalam ruang (indoor pollution) adalah suatu keadaan adanya satu atau lebih polutan dalam ruangan yang karena konsentrasinya dapat berisiko menimbulkan gangguan kesehatan penghuni ruangan. Pencemaran udara dalam ruang merupakan pencemaran yang terjadi di dalam ruangan, dimana komposisi udara dalam ruang mengandung zat-zat di atas maupun di bawah batas kewajaran sehingga udara di dalam ruangan menjadi menurun kualitasnya. Penurunan kualitas udara dalam ruang seringkali disebabkan oleh perubahan aktivitas manusia (Kastiyowati, 2001).

Pencemaran udara di dalam ruang terjadi karena pengaruh benda-benda dan bahan-bahan di dalam ruangan serta perilaku aktifitas ruangan seperti memasak, merokok, penerangan dan sebagainya. Bahan sintetis masa kini yang sering digunakan sebagai bahan finishing interior dan mikroorganisme yang terbawa oleh debu di dalam ruang berperan besar menyebabkan beberapa gangguan kesehatan, terutama alergi dan asma. Gangguan kesehatan ini sebenarnya berasal dari pencemaran debu biogenik, yaitu debu/partikulat yang mengandung mikroorganisme, baik itu tungau (dust mites) maupun jamur (mold) dan bakteri (*Legionella pneumophilla*) (Moerdjoko, 2004).

#### 2.1.4.2 Sumber Pencemaran Udara dalam Ruang

Berdasarkan hasil pemeriksaan NIOSH (The National Institute of Occupational Safety and Health), ada 5 sumber penyebab pencemaran di dalam ruangan, yaitu :

1. Pencemaran dari alat-alat di dalam gedung seperti asap rokok, pestisida, bahan-bahan pembersih ruangan.
2. Pencemaran di luar gedung meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, gas dari cerobong asap atau dapur yang terletak didekat gedung, dimana semuanya dapat terjadi akibat penempatan lokasi lubang udara yang tidak tepat.
3. Pencemaran akibat bahan bangunan meliputi pencemaran formaldehid, lem, asbes, fiberglass, dan bahan-bahan lain yang merupakan komponen pembentuk gedung tersebut.
4. Pencemaran akibat mikroorganisme dapat berupa bakteri (*Legionella*, *Actinomycetes*), jamur (*Histoplasma*, *Alternaria*, *Pencillium*, *Aspergillus*, *Stachybotrys*), protozoa (*Naegleria*, *Acanthamoeba*), virus (*Bakteriophage*). Pada jumlah terbatas, keberadaan bioaerosol tidak akan menimbulkan efek apapun, akan tetapi dalam jumlah tertentu dan terhirup akan menimbulkan infeksi pernapasan misalnya asma, alergi.
5. Gangguan ventilasi udara berupa kurangnya udara segar yang masuk, serta buruknya distribusi udara dan kurangnya perawatan sistem ventilasi udara.

Berikut adalah beberapa sumber kontaminan dalam udara menurut EPA (Environmental Protection Agency), yaitu:

1. Sumber dari luar bangunan, yang terdiri dari:
  - a. Udara luar bangunan yang terkontaminasi seperti debu, spora jamur, kontaminasi industri, dan gas buang kendaraan.

- b. Emisi dari sumber di sekitar bangunan seperti gas buangan dari kendaraan pada area sekitar atau area parkir, tempat bongkar muat barang, bau dari tempat pembuangan sampah, udara buangan yang berasal dari gedung itu sendiri atau gedung sebelahnya yang dimasukkan kembali, dan kotoran disekitar area intake udara luar bangunan.
  - c. Soil gas seperti radon, kebocoran gas dari bahan bakar yang disimpan di bawah tanah, kontaminan yang berasal dari penggunaan lahan sebelumnya, dan pestisida.
  - d. Kelembaban atau rembesan air yang memicu perkembangan mikroorganisme.
2. Peralatan, yang terdiri dari:
- a. Peralatan HVAC (*Heating, Ventilation, and Air Conditioning*) seperti debu atau kotoran pada saluran atau komponen lain, pertumbuhan mikroorganisme pada humidifier, saluran, penggunaan biosida, penggunaan produk pembersih yang tidak sesuai ketentuan, sistem ventilasi yang kurang baik, alat pendingin (refrigerator) yang bocor.
  - b. Peralatan non-HVAC seperti emisi dari peralatan kantor (VOCs, ozon), suplai (pelarut, toner, dan ammonia), emisi dari laboratorium, proses pembersihan, mesin penggerak elevator dan sistem mekanik lainnya.
3. Kegiatan manusia, yang terdiri dari:
- a. Kegiatan personal seperti merokok, memasak, aroma kosmetik, dan bau badan.



- b. Kegiatan housekeeping seperti bahan pembersih, emisi dari gudang penyimpanan bahan suplai atau sampah, penggunaan pengharum, debu atau kotoran udara dari menyapu.
  - c. Kegiatan pemeliharaan seperti mikroorganisme dalam uap air akibat kurangnya pemeliharaan cooling tower, debu atau kotoran udara, VOCs dari penggunaan perekat dan cat, pestisida dari kegiatan pengendalian hama, emisi dari gudang penyimpanan.
4. Komponen bangunan dan peralatan interior, yang terdiri dari:
- a. Lokasi yang menghasilkan debu atau serat seperti permukaan yang dilapisi (penggunaan karpet, tirai, dan bahan tekstil lainnya), peralatan interior yang sudah tua atau rusak, bahan yang mengandung asbestos.
  - b. Bahan kimia dari komponen bangunan atau interior seperti VOCs dan senyawa anorganik.
5. Sumber lainnya, yang terdiri dari :
- a. Kejadian kecelakaan seperti tumpahan cairan, pertumbuhan mikroorganisme akibat banjir, kebocoran atap atau pipa, kerusakan akibat kebakaran.
  - b. Penggunaan area secara khusus seperti area merokok, ruang print, laboratorium, dan penyiapan makanan.
  - c. Redecorating, remodeling, repair activities seperti emisi dari peralatan interior yang baru, bau dari uap organik maupun anorganik dari cat atau bahan perekat.

## **2.1.5 Rumah Kos atau Indekos**

### **2.1.5.1 Pengertian Rumah Kos atau Indekos**

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), indekos adalah menumpang tinggal dan makan dengan membayar, memondok. Menurut Dinas Perumahan Propinsi DKI Jakarta, rumah kos adalah rumah yang penggunanya sebagian atau seluruhnya dijadikan sumber pendapatan oleh pemiliknya dengan jalan menerima penghuni pemondokan dengan memungut uang pemondokan. Ini adalah sebuah rumah (hampir sama dengan rumah keluarga) dimana penginap atau pesewa menyewa satu kamar atau lebih untuk satu malam atau lebih dan kadang dalam periode perpanjangan mingguan, bulanan dan tahunan. Sebelumnya kos menyediakan fasilitas cuci, sarapan dan makan malam secara bersamaan; dalam beberapa tahun terakhir umumnya sudah menyediakan kamar mandi dan WC sendiri. Kos seperti itu banyak ditemukan di sebuah kota perguruan tinggi (untuk mahasiswa).

### **2.1.5.2 Jenis-jenis Rumah Kos**

Terdapat dua jenis rumah kos yaitu kos tanpa induk semang dan kos dengan induk semang (Purwaningsih, 2011). Menurut KBBI yang dimaksud dengan induk semang adalah orang yang memegang rumah (mengusahakan, menyelenggarakan) pemondokan.

1. Rumah kos dengan induk semang merupakan pemilik kos ataupun bapak/ibu kos tinggal dalam satu rumah kos tersebut.

2. Rumah kos tanpa induk semang merupakan rumah kos yang tidak ditunggu oleh pemiliknya ataupun tidak terdapat bapak/ibu kos yang menjaga rumah kos tersebut.

#### 2.1.5.3 Karakteristik Rumah Kos

Tempat tinggal kos-kosan biasanya terdapat dalam areal yang dekat dengan kampus. Pemiliknya biasanya merupakan penduduk setempat ataupun pemilik modal yang besar. Kos-kosan untuk mahasiswa biasanya terdiri dari satu kamar dan di dalamnya terdapat satu tempat tidur, satu meja belajar dan satu lemari. Dan biasanya menggunakan kamar mandi dan dapur secara kolektif. Pada saat sekarang ini pembangunan kos-kosan semakin berkembang dan fasilitas yang diberikan juga semakin eksklusif. Hal ini terlihat dalam penyediaan AC, kamar mandi dalam, ruang tamu, dan lain-lainnya. Sistem pembayaran kos-kosan didasarkan pada jangka waktu sebulan, terkadang bisa tiga bulan langsung. Pembayaran untuk jangka waktu yang panjang biasanya akan diberikan potongan oleh pemilik kos-kosan.

Menurut pemerintah atau dinas perumahan rumah, kos dapat memiliki ciri-ciri atau diartikan sebagai berikut :

1. Perumahan pemondokan / rumah kos adalah rumah yang penggunaannya sebagian atau seluruhnya dijadikan sumber pendapatan oleh pemiliknya dengan jalan menerima penghuni pemondokan minimal satu bulan dengan memungut uang pemondokan;
2. Pengelola rumah kos adalah pemilik perumahan dan atau orang yang mendapatkan dari pemilik untuk mengelola rumah kos;

3. Penghuni adalah penghuni yang menempati rumah kos sekurang-kurangnya satu bulan dengan membayar uang pemondokan;
4. Uang pemondokan / kos adalah harga sewa dan biaya lainnya yang dibayar oleh penghuni dengan perjanjian.

#### 2.1.5.4 Fungsi Rumah Kos

Kos-kosan dirancang untuk memenuhi kebutuhan hunian yang bersifat sementara dengan sasaran pada umumnya adalah mahasiswa dan pelajar yang berasal dari luar kota ataupun luar daerah. Namun tidak sedikit pula, kos-kosan ditempati oleh masyarakat umum yang tidak memiliki rumah pribadi dan menginginkan berdekatan dengan lokasi berkegiatan. Oleh karena itu, fungsi dari kos-kosan dapat dijabarkan sebagai berikut :

1. Sebagai sarana tempat tinggal sementara bagi mahasiswa yang pada umumnya berasal dari luar daerah selama masa studinya.
2. Sebagai sarana tempat tinggal sementara bagi masyarakat umum yang bekerja di kantor atau yang tidak memiliki rumah tinggal agar berdekatan dengan lokasi kerja.
3. Sebagai sarana pembentukan kepribadian mahasiswa untuk lebih disiplin, mandiri dan bertanggung jawab
4. Sebagai tempat untuk menggalang pertemanan dengan mahasiswa lain dan hubungan sosial dengan lingkungan sekitarnya.

## 2.2 KERANGKA TEORI



Gambar 2.9 Kerangka Teori

## **BAB V**

### **PEMBAHASAN**

#### **5.1 PEMBAHASAN**

##### **5.1.1 Gambaran Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 101 unit kamar kos terdapat 60 kamar kos (59.4%) positif terdapat kapang *Aspergillus sp.* sedangkan 41 kamar kos (40.6 %) tidak terdapat kapang *Aspergillus sp.* (negatif). Hal tersebut menunjukkan bahwa sebagian besar kamar kos positif kapang *Aspergillus sp.* Kapang *Aspergillus* yang paling banyak ditemukan di dalam kamar kos adalah *Aspergillus fumigatus*, *Aspergillus flavus* dan *Aspergillus niger*.

*Aspergillus fumigatus* koloni muncul sebagai filamen putih kemudian berubah warna hijau tua atau hijau gelap dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. Koloni *Aspergillus fumigatus* yang tumbuh berwarna hijau kebiruan, diameter 1-2 cm, permukaan koloni seperti beludru (velvety). *Aspergillus niger* berwarna koloni hitam dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. Secara mikroskopis dicirikan dengan warna konidia, phialid memenuhi seluruh permukaan vesikel dan vesikel bulat besar. *Aspergillus niger* memiliki warna koloni hitam dan bagian bawah koloni berwarna putih kekuningan. Secara mikroskopis vesikel berbentuk bulat hingga semi bulat. Konidia bulat hingga semi bulat dan berwarna coklat. *Aspergillus flavus* yang tumbuh mula-mula berwarna

putih kemudian pada hari ke empat berubah menjadi hijau kekuningan dengan pinggiran putih dan permukaan bawah koloni berwarna kekuningan sampai coklat. *Aspergillus flavus* secara makroskopis koloni yang terlihat berwarna hijau kekuningan dan pada bagian bawahnya berwarna kekuningan sampai coklat. Secara mikroskopis konidiofor tampak jelas, tidak berpigmen, kasar, panjangnya kurang dari 1 mm (Gautam dan Bhadauria, 2012).

### **5.1.2 Hubungan antara Luas Ventilasi dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara luas ventilasi dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p$  value = 0.001). Nilai PR= 3.353 dengan 95% CI= 1.724-6.521. Hal ini berarti bahwa luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat beresiko 3.353 kali lebih besar terdapat kapang *Aspergillus sp.* dibandingkan dengan kamar kos dengan luas ventilasi yang memenuhi syarat. Penelitian ini sejalan dengan Moerdjoko (2004) yang menyatakan bahwa sistem sirkulasi mempunyai pengaruh terbesar terhadap keberadaan mikroorganisme udara. Artinya dengan sirkulasi yang baik dimana udara dapat bergerak atau bertukar maka mikroorganisme akan berkurang jumlahnya. Sebaliknya jika sirkulasi buruk dimana udara relatif tidak bergerak atau ada pergerakan tetapi sedikit dan tidak mampu mengganti udara berkualitas buruk dengan udara bersih/segar maka kemungkinan akan mengandung mikroorganisme lebih besar, dengan probabilitas mencapai 9613 kali.

Dari 101 unit kamar kos tanpa induk semang luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat sebanyak 70 unit kamar kos (69.3%), sedangkan luas ventilasi yang memenuhi syarat sebanyak 31 unit kamar kos (30.7%). Maka dapat disimpulkan bahwa sebagian besar kamar kos tanpa induk semang yang berada di Kelurahan Sekaran tidak memiliki luas ventilasi yang cukup. Berdasarkan observasi yang dilakukan di lapangan ventilasi yang buruk pada beberapa kamar karena ventilasi sengaja di tutupi kertas dengan maksud agar nyamuk tidak dapat masuk ke dalam kamar. Ventilasi yang ada pada kamar kos tanpa induk semang tidak menggunakan sistem ventilasi silang hanya terletak di atas pintu dan jendela. Sistem ventilasi yang buruk juga dapat disebabkan oleh keterbatasan lahan yang ada, dapat dilihat dari rumah kos dibangun secara berhimpitan dan tidak memungkinkan untuk dibangun sistem ventilasi silang yang berada di bagian sisi belakang kamar. Luas ventilasi yang tidak memenuhi syarat juga dapat disebabkan oleh kurangnya pengetahuan perancang bangunan mengenai syarat minimal luas ventilasi agar kualitas udara di dalam kamar menjadi baik.

Menurut SNI tentang Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung tahun 2001, jumlah ventilasi yang minim mengakibatkan tidak terjadi pertukaran udara dari dalam ke luar ruangan. Inilah yang menyebabkan suhu ruangan terasa panas sehingga suhu udara di dalam ruang meningkat dan terkonsentrasinya debu di dalam ruang. Untuk penghuni kamar kos tanpa induk semang yang memiliki ventilasi yang kurang disarankan untuk lebih sering membuka jendela maupun pintu. Sebaiknya dalam membangun rumah perlu diperhatikan luas ventilasi yang ada dan diperlukan



edukasi untuk menambah wawasan masyarakat mengenai rumah sehat khususnya mengenai ventilasi. Ventilasi silang memungkinkan udara mengalir dari dalam ke luar dan sebaliknya, tanpa harus mengendap terlebih dahulu, di dalam ruangan. Udara yang masuk dari satu ventilasi akan langsung dialirkan keluar oleh ventilasi yang ada di hadapannya, dan berganti dengan udara baru, begitu seterusnya.

### **5.1.3 Hubungan antara Kelembaban dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kelembaban dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p$  value = 0.001). Sejalan dengan penelitian Vidyautami (2015) menyebutkan bahwa terdapat hubungan antara kelembaban dengan jumlah mikroorganisme dengan nilai  $r$  hitung sebesar 0,42.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kelembaban kamar kos tanpa induk semang antara 63%-78% dengan rata-rata sebesar 70.95%. Menurut PMK/NO.1077/2011 tentang penyehatan udara dalam ruang rumah untuk parameter kelembaban kadar yang di persyaratkan adalah 40%-60% sehingga dapat disimpulkan bahwa kelembaban kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran tidak memenuhi syarat. Pada penelitian ini kapang *Aspergillus sp.* banyak tumbuh pada kamar kos dengan kelembaban 70%.

Sumber yang dapat menyebabkan tingginya kelembaban dalam kamar kos tanpa induk semang ini adalah konstruksi bangunan yang tidak baik seperti atap yang bocor, sirkulasi udara yang buruk, serta kurangnya pencahayaan baik buatan

maupun alami. Sirkulasi udara yang tidak baik disebabkan oleh ventilasi yang buruk. Pencahayaan yang kurang dikarenakan kebanyakan penghuni kamar menempel kertas pada jendela dan ventilasi. Penghuni kamar juga jarang membuka tirai jendela. Lokasi kamar yang berada di lantai satu dan tertutup oleh tangga dan tembok juga menjadi penyebab kurangnya intensitas cahaya yang masuk kedalam kamar kos tanpa induk semang.

Kelembaban udara yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme terutama kapang *Aspergillus*. Sehingga disarankan untuk memperbaiki sirkulasi udara di dalam ruang dengan rajin membuka pintu maupun jendela sehingga cahaya matahari juga dapat masuk ke dalam ruangan. Untuk kamar yang gelap sebaiknya dapat menyalakan lampu di siang hari.

#### **5.1.4 Hubungan antara Intensitas Cahaya dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara intensitas cahaya dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p\ value = 0.001$ ). Nilai PR= 2.220 dengan 95% CI= 1.552-3.176. Hal ini berarti bahwa intensitas cahaya yang tidak memenuhi syarat beresiko 2.220 kali lebih besar terdapat kapang *Aspergillus sp* dibandingkan dengan kamar kos dengan intensitas cahaya yang memenuhi syarat. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Vidyautami (2015) dan Rachmatantri (2015) yang menyatakan bahwa antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroorganisme terdapat hubungan, dengan nilai r hitung berturut-turut -0,13 dan

-0,42. Hasil nilai  $r$  hitung yang negatif menunjukkan hubungan antara intensitas cahaya dengan jumlah mikroorganisme berbanding terbalik, yang berarti semakin besar intensitas cahaya maka jumlah mikroorganisme semakin sedikit.

Berdasarkan pengukuran yang telah dilakukan menunjukkan bahwa 101 unit kamar kos tanpa induk semang intensitas cahaya yang tidak memenuhi syarat sebanyak 46 unit kamar kos (45.5%), sedangkan intensitas cahaya yang memenuhi syarat sebanyak 55 unit kamar kos (54.5%). Dapat disimpulkan bahwa sebagian intensitas cahaya di kamar kos tanpa induk semang sudah memenuhi syarat.

Kamar kos yang berada di lantai dua dan rumah kos yang terbuka memiliki pencahayaan yang cukup. Pencahayaan yang kurang dikarenakan kebanyakan penghuni kamar menempel kertas pada jendela dan ventilasi. Penghuni kamar juga jarang membuka tirai jendela. Lokasi kamar yang berada di lantai satu dan tertutup oleh tangga dan tembok juga menjadi penyebab kurangnya intensitas cahaya yang masuk kedalam kamar kos tanpa induk semang. Sebaiknya responden dengan kamar kos tanpa induk semang yang gelap lebih sering menyalakan lampu dan jangan menempel kertas pada ventilasi maupun jendela, lebih baik memakai tirai sehingga dapat dibuka maupun ditutup.

#### **5.1.5 Hubungan antara Keberadaan Kamar Mandi dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat hubungan yang bermakna antara keberadaan kamar mandi dengan keberadaan kapang *Aspergillus*

*sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p$  value = 0.371). Berdasarkan observasi yang telah dilakukan menunjukkan bahwa dari 101 unit kamar kos tanpa induk semang terdapat 36 kamar (35.6%) dengan kamar mandi dalam dan 65 kamar (64.4%) dengan kamar mandi berada di luar. Responden dengan kamar mandi di dalam kamar membersihkan kamar mandinya lebih dari 3 kali dalam seminggu. Terdapat ventilasi dan pencahayaan yang cukup di dalam kamar mandi responden. Sehingga kamar mandi tersebut dapat dikategorikan baik.

Kamar mandi di dalam kamar dan tidak dijaga sanitasinya dapat mempengaruhi kelembaban maupun pertumbuhan mikroorganisme di dalam kamar. Kontaminasi yang berasal dari dalam ruang yaitu kelembaban antara 25-75%: spora jamur akan meningkat dan terjadi kemungkinan peningkatan pertumbuhan jamur, dan sumber kelembaban: tandon air, bak air di kamar mandi (Fitria L, 2008). Air mempunyai kemampuan untuk berubah dari cair menjadi uap sehingga suhu udara disekitarnya menjadi lebih dingin. Pada siang hari radiasi dari panas sinar matahari dapat digunakan untuk sebagai energi untuk mengubah air menjadi uap air yang akan mengubah iklim mikro disekitarnya. Adanya uap air di udara mengakibatkan kelembaban akan bertambah (Hendrawati, 2016).

Dalam penelitian ini tidak ada perbedaan kelembaban yang besar antara kamar kos dengan kamar mandi di dalam kamar maupun kamar kos dengan kamar mandi di luar kamar. Sehingga keberadaan kamar mandi tidak mempengaruhi kelembaban di dalam kamar tersebut. Karena kamar mandi yang ada di dalam kamar kos responden sudah memiliki kriteria kamar mandi yang baik seperti

terdapat pencahayaan dan sirkulasi udara yang cukup juga responden yang rutin membersihkan kamar mandi didalam kamarnya.

#### **5.1.6 Hubungan antara Penyimpanan Alas Kaki dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara penyimpanan alas kaki dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p\ value = 0.028$ ). Nilai PR= 1.509 dengan 95% CI= 1.126-2.023. Hal ini berarti bahwa penyimpanan alas kaki yang dikategorikan buruk beresiko 1.509 kali lebih besar terdapat kapang *Aspergillus sp* dibandingkan dengan kamar kos dengan penyimpanan alas kaki yang dikategorikan baik. Dari 101 unit kamar kos tanpa induk semang terdapat 28 responden (27.7%) yang menyimpan alas kaki di dalam kamar kos tanpa induk semang dan 73 responden (72.3%) yang menyimpan alas kaki di luar kamar kos tanpa induk semang.

Penyebaran kapang di dalam ruang perkuliahan dapat melalui beberapa cara. Penyebaran kapang dapat secara pasif maupun aktif. Penyebaran secara aktif terjadi karena adanya aktivitas individu, sedangkan penyebaran secara pasif tergantung pada agen pembawanya, yang pada umumnya agen pembawa tersebut adalah udara. Penyebaran kapang udara ke dalam ruangan secara aktif dapat melalui manusia yang secara tidak langsung membawa debu maupun kotoran dari luar ruangan melalui alas kaki yang digunakan (Simanjuntak, 2015). Penggunaan alas kaki yang tidak dilepas oleh para pengunjung Puskesmas saat masuk ke

dalam ruang tunggu dapat menyebabkan masuknya mikroorganisme ke dalam ruang tunggu (Izzah, 2015). Proliferasi jamur sering ditemukan ditempat yang tinggi kelembabannya, dapat terlihat dari area ruangan yang memiliki kelembaban dan substrat yang mendukung adanya pertumbuhan jamur seperti langit-langit ruangan, lemari dan alas kaki. Dengan begitu keberadaan alas kaki dalam ruang merupakan salah satu faktor resiko keberadaan kapang di dalam kamar kos tanpa induk semang.

Berdasarkan observasi di lapangan dapat diketahui bahwa responden menyimpan alas kakinya di dalam kamar tanpa dibersihkan terlebih dahulu sehingga tanah, debu maupun kotoran masih menempel pada alas kaki tersebut. *Aspergillus* tumbuh sebagai saprofit pada tumbuh-tumbuhan yang membusuk dan terdapat pula pada tanah, debu organik, makanan dan merupakan kontaminan yang lazim ditemukan. Untuk mencegah pertumbuhan kapang melalui alas kaki sebaiknya tidak menyimpan alas kaki di dalam kamar atau membersihkan alas kaki yang sudah digunakan sebelum disimpan di dalam kamar.

#### **5.1.7 Hubungan antara Kebiasaan Membuka Jendela dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kebiasaan membuka jendela dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p$  value = 0.013). Nilai PR= 1.604 dengan 95% CI= 1.213-2.122. Hal ini berarti bahwa kebiasaan membuka jendela yang dikategorikan buruk beresiko 1.604 kali lebih besar

terdapat kapang *Aspergillus sp* dibandingkan dengan kebiasaan membuka jendela yang dikategorikan baik. Dari 101 unit kamar kos tanpa induk semang 24 responden (23.8%) memiliki kebiasaan membuka jendela yang buruk, sedangkan 77 responden (76.2%) memiliki kebiasaan membuka jendela yang baik. Responden yang tidak membuka jendela dikarenakan jendelanya rusak tidak dapat terbuka lagi dan kamar kos tanpa induk semang responden yang rawan pencurian juga jendela yang dekat dengan sumber bau sehingga responden enggan untuk membuka jendelanya.

Kebiasaan membuka jendela merupakan hal yang mempengaruhi udara dari luar kedalam ruang (Suryani, 2015). Kebiasaan membuka jendela dapat mengantarkan cahaya matahari masuk kedalam kamar. Ruangan yang jendelanya tidak pernah dibuka berpotensi memiliki kelembapan yang tinggi dan menjadi tempat ideal untuk berkembangnya jamur. Kondisi ini dapat diminimalisir dengan membiarkan cahaya matahari pagi masuk lewat jendela agar suhu ruangan kembali seimbang. Membuka jendela di pagi hari berarti juga memastikan sirkulasi udara dalam ruangan terjaga dengan baik. Udara yang lama dan pengap akan diganti dengan hawa baru dan lebih kaya akan oksigen. Sirkulasi udara yang baik juga membantu meminimalisir serangan mikroorganisme penyebab penyakit (Iwan T., 2018). Oleh sebab itu responden yang jarang membuka jendela karena jendelanya rusak maupun dekat dengan sumber bau disarankan untuk lebih sering membuka pintu kamar sehingga pertukaran udara tetap berjalan dengan baik atau menggunakan AC agar sirkulasi udara menjadi lebih baik.

### **5.1.8 Hubungan antara Sanitasi Kamar dengan Keberadaan Kapang *Aspergillus sp.* pada Kamar Kos tanpa Induk Semang di Kelurahan Sekaran**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna antara kebiasaan sanitasi kamar dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* dalam kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran ( $p \text{ value} = 0.001$ ). Nilai PR= 0.189 dengan 95% CI= 0.118-0.303. Hal ini berarti bahwa sanitasi kamar yang baik dapat mengurangi resiko pertumbuhan kapang *Aspergillus sp.* di dalam kamar kos dibandingkan dengan kamar kos dengan sanitasi kamar yang dikategorikan buruk. Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Wulandari (2015) yang menyatakan bahwa tidak ada hubungan antara sanitasi ruang dengan angka kuman udara pada ruang rawat inap rumah sakit, dengan nilai  $p \text{ value} = 1,000$ . Dari 101 unit kamar kos tanpa induk semang terdapat 67 unit kamar kos tanpa induk semang (73.3%) dengan sanitasi kamar yang buruk dan terdapat 34 unit kamar kos tanpa induk semang (26.7%) dengan sanitasi yang baik. Dapat disimpulkan bahwa sebagian besar kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran memiliki sanitasi yang buruk.

Berdasarkan hasil dari wawancara dengan responden banyak responden yang tidak membersihkan lubang ventilasinya karena lubang ventilasi terlalu tinggi dan susah untuk dibersihkan. Responden juga jarang membersihkan perabotan di dalam kamar karena dengan menyapu dan mengepel dirasa sudah cukup untuk menjaga sanitasi di dalam kamar. Kesibukan responden dalam kegiatan di kampus juga membuat responden enggan untuk membersihkan



kamarnya karena mereka merasa sudah lelah. Kipas angin yang berada di dalam kamar juga banyak yang ditempeli oleh debu sehingga apabila kipas angin tersebut dinyalakan debu-debu akan berterbangan dan terkonsentrasi di dalam ruangan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan nomor 1077 tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, frekuensi membersihkan ruangan dilakukan minimal 2 kali setiap hari pada pagi dan sore hari. Sebaiknya penghuni kamar dapat menyisihkan waktunya untuk tetap menjaga sanitasi di dalam kamar. Membersihkan ventilasi udara dengan menggunakan tangga maupun sapu yang panjang sehingga dapat menjangkau ventilasi dalam kamar. Membersihkan kipas angin di dalam kamar minimal seminggu sekali. Ruangan yang dibersihkan secara berkala dapat menghambat dan mengurangi pertumbuhan jamur di udara.

## **5.2 HAMBATAN DAN KELEMAHAN PENELITIAN**

### **5.2.1 Hambatan Penelitian**

Hambatan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Kos dengan fasilitas AC jarang ditemui pada wilayah penelitian sehingga tidak diteliti.

### **5.2.2 Kelemahan Penelitian**

Kelemahan penelitian ini diantaranya sebagai berikut :

1. Tidak dapat menggambarkan keberadaan kapang pada kos yang terdapat AC karena pemilik kamar enggan untuk diikutsertakan dalam penelitian.

2. Adanya bias responden dimana responden terlihat baik pada saat mengisi kuesioner dan tidak menggambarkan keadaan sanitasi kamar yang sesungguhnya.
3. Tidak dilakukan pengukuran konsentrasi debu di dalam kamar kos karena adanya keterbatasan.

## **BAB VI**

### **SIMPULAN DAN SARAN**

#### **6.1 Simpulan**

Hasil penelitian ini dapat disimpulkan antara lain:

1. Ada hubungan bermakna antara luas ventilasi, kelembaban, intensitas cahaya, penyimpanan alas kaki, kebiasaan membuka jendela, dan sanitasi kamar dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.
2. Tidak ada hubungan bermakna antara keberadaan kamar mandi dengan keberadaan kapang *Aspergillus sp.* pada kamar kos tanpa induk semang di Kelurahan Sekaran.

#### **6.2 Saran**

##### **1. Untuk Dinas Kesehatan**

Dilakukan penyuluhan yang rutin mengenai syarat rumah sehat dan dampak yang dapat terjadi apabila tidak memenuhi syarat rumah sehat sehingga akan menambah pengetahuan dan wawasan warga yang akan mendirikan rumah kos ataupun pemilik rumah kos yang akan merenovasi rumah kos.

##### **2. Untuk pemilik rumah kos**

Sebaiknya dalam mendirikan bangunan perlu diperhatikan juga mengenai syarat rumah sehat seperti ventilasi, pencahayaan, dll sehingga tercipta suasana ruangan yang nyaman dan bebas penyakit. Apabila terdapat keluhan

dari penghuni rumah kos mengenai atap yang bocor maupun dinding yang terembes air sebaiknya segera dilakukan tindakan lebih lanjut.

### **3. Untuk penghuni rumah kos**

- Lebih memperhatikan sanitasi di dalam maupun di sekitar rumah kos seperti menyapu, mengepel dan membersihkan perabotan dalam ruangan secara rutin minimal 3x dalam seminggu sehingga dapat terhindar dari berbagai penyakit yang diakibatkan oleh sanitasi yang buruk.
- Membuka jendela secara rutin terutama pada pagi hari pukul 06.00-09.00 apabila jendela rusak atau tidak terdapat jendela disarankan untuk lebih sering membuka pintu kamar sehingga sirkulasi udara dapat terjaga.

### **4. Untuk peneliti selanjutnya**

- Dapat mengidentifikasi secara lebih detail mengenai faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan kapang di dalam kamar kos
- Dapat mengukur konsentrasi debu di dalam kamar kos dan disarankan dapat memberikan gambaran pada kamar kos dengan fasilitas AC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amman, H., Johanning, E., King, G., Shaughnessy, Richard J., Stetzenbach, Linda D. (2004). *Microorganisms, Mold, and Indoor Air Quality*. Wasington DC: The American Society for Microbiology (ASM).
- Arjani. (2011). *Kualitas Udara dalam Ruang Kerja*. Jurnal Skala Husada 8 (2) : 14-16.
- 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.
- Brooks, F. G., Janet S. Butel, Stephen A. Morse. (2005). *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Salemba Medika.
- Cahyati, H., W. (2016). *Buku Ajar Biostatistika Inferensial*. UNNES: IKM.
- Caesar, D.L., Nurjazuli, Wahyuningsih, N. (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.
- CDC (Centers for Diseases Control and Prevention). (2017). Fact about Mold and Dampness. <https://www.cdc.gov/mold/stachy.htm> diakses pada 12 April 2018.
- Data UNNES. Jumlah Mahasiwa Aktif. <https://data.unnes.ac.id> diakses pada 12 Juli 2018.
- 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.
- Fithri, N. K., Handayani, P., Vionalita, G. (2016). Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Jumlah Mikroorganisme Udara dalam Ruang Kelas Laantai 8 Universitas Negeri Esa Unggul. *Forum Ilmiah*, 13(1): 21-26.
- Fitria, L., Wulandari, Hermawati, E., Susanna, D. (2008). Kualitas Udara dalam Ruang Perpustakaan Universitas X Ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik dan Kimiawi. *Makalah Kesehatan*, 12(2): 77-83.
- Gandjar, I., Samson, R. A., Tweel-Vermeulen, K. V. D., Octari, A. Santoso, I. (2000). *Pengenalan Kapang Tropik Umum*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia

- Gandjar, I., Sjamsuridzal, W. Octari, A. (2006). *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Gautam, A.K., R. Bhadauria. 2012. Characterization of *Aspergillus* species associated with commercially stored triphala powder. *African Journal Biotechnol* 11 (104): 16814-16823.
- Hans G. S. (1994). *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.
- Hendrawati, D. (2016). Air sebagai Alat Pengendali Iklim Mikro dalam Bangunan. *Jurnal TEKNIK SIPIL & PERENCANAAN*, Nomor 2 Volume 18, hal: 97 – 106.
- Hura, M. H., (2015). *Analisis Keberadaan Candida Albicans dan Aspergillus Spp. serta Keluhan Kesehatan dan Perilaku Penjual tentang Bahaya Kesehatan Pada Pakaian Bekas Di Pasar Melati Kelurahan Tanjung Selamat Kecamatan Medan Tuntungan Kota Medan Tahun 2015*. Skripsi: Universitas Sumatera Utara.
- Izzah, N. (2015). *Kualitas Udara pada Ruang Tunggu Puskesmas Perawatan Ciputat Timur dan Non-Perawatan Ciputat Di Daerah Tangerang Selatan dengan Parameter Jamur*. SKRIPSI. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Jawetz, E., Melnick, J. L., Adelberg, and E.A. (2012). *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit EGC.
- Kastiyowati, Indah. (2001). *Dampak dan Upaya Penanggulangan Pencemaran Udara*. STT No. 2289, VI (7).
- KBBI. <https://kbbi.kemdikbud.go.id/> diakses pada 26 Juni 2018
- Kementerian Kesehatan RI. (2011). *Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 1077/Menkes/Per/V/2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Kesehatan RI. (1999). *Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 829/MENKES/SK/VII/1999 tentang Persyaratan Kesehatan Perumahan*. Jakarta: Kementerian Kesehatan RI.
- Kementerian Permukiman dan Prasarana Wilayah RI. (2002). *Keputusan Menteri Permukiman dan Prasarana Wilayah Nomor : 403/KPTS/M/2002 tentang Pedoman Teknik Pembangunan Rumah Sederhana Sehat (Rs Sehat)*. Jakarta: Kementerian Permukiman dan Prasarana Wilayah RI.

- Khan, A. A. H., Karuppayil, S.M. (2012). Fungal Pollution of Indoor Environments and Its Management. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 19: 405-426.
- Kosmidis C, et al. (2015). The clinical spectrum of pulmonary aspergillosis. *Thorax* 2015, 70: 270–277.
- Kusnadi, et al. (2003). *Mikrobiologi*. Bandung: JICA-IMSTEP
- Manan, Abdul. (2007). Faktor Kenyamanan dalam Perancangan Bangunan (Kenyamanan Suhu-Termal pada Bangunan). *Jurnal Leksan Gorontalo*, 2(1): 466-473.
- Mazur, L.J., J. Kim & the Committee on Environmental Health. (2006). *Spectrum of noninfectious health effects from molds*. *Pediatrics*, 118: 1909 – 1926.
- Merlin. (2012). *Studi Kualitas Udara Mikrobiologis dengan Parameter Jamur pada Ruangan Pasien Rumah Sakit Umum Pusat Nasional Dr. Ciptomangunkusumo*. Skripsi . Depok: Universitas Indonesia.
- Mitchell G.T, 2007, Mikologi Kedokteran, Di dalam: Mikrobiologi Kedokteran Jawetz, Melnick, & Adelberg, Alih bahasa: Huriawati Hartanto et al., Editor Retna N.E., et al., Ed. 23, EGC, Jakarta, 635-672
- Moerdjoko. (2004). Kajian Sistem Ventilasi Bangunan dengan Keberadaan Mikroorganisme Udara. *Jurnal Dimensi Teknik Arsitektur*, 32 (1): 89-94.
- Paulussen, C., Hallsworth, J.E., Perez, S. A., Nieman, W. C., Hamill, P. G., Blain, D., Rediers, H. Lievens, B. (2006). *Ecology of Aspergillosis: Insight into The Pathogenic Potency of Aspergillus Fumigatus and some other Aspergillus Species*. *Microbial Biotechnology* 10 (2): 296-322.
- PMKI (Perhimpunan Mikologi Kedokteran Manusia dan Hewan Indonesia), 2001. *Konsensus Tatalaksana Mikosis Sistemik*. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia.
- P Morey, M Andrew, B Ligman, J Jarvis. (2002). *Hidden Mold Sometimes Enters The Indoor Air*. Proceedings: Indoor Air.
- Prasasti C. I., Sudarmadji, dan Andriyani R. (2013). Kualitas Udara dalam Ruang Kelas ber-AC dan Keluhan Kesehatan Siswa. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* Vol. 7, No. 1: 14–20.
- Purwaningsih, E.I.(2011). Sikap Terhadap Rumah Kos Tanpa Induk Semang Ditinjau dari Jenis Kelamin dan Asal Daerah Pada Mahasiswa UST. *Jurnal SPIRITS*, Vol.1, No.2, 97-224.

- Rachmatantri, I., Hardiwidodo, 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.
- Sati, L., Sunarsih, E., Faisya, F. A. (2015). Hubungan Kualitas Udara dalam Ruang Asrama Santriwati dengan Kejadian Ispa di Pondok Pesantren Raudhatul Ulum dan Al-Ittifaqiah Kabupaten Ogan Ilir Tahun 2015. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*, Volume 6, Nomor 02.
- Simanjuntak, N., Khotimah, S., Linda, R. (2015). Keanekaragaman Kapang Udara di Ruang Perkuliahan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Tanjungpura Pontianak. *Jurnal Protobiont*, Vol. 4 (2) : 55-62.
- SNI. 2001. *Tata Cara Perancangan Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara pada Bangunan Gedung*. Jakarta: BSN
- Soekidjo, Notoatmodjo. (2010). *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Soyler, A (2004). *Development of a PCR-based Specific Method for the Detection of Aspergillus fumigates by Rando cdna Cloning*. Departement of Food Engineering, The Middle East Technical University.
- Stryjowska-Sekulska, M., Piotraszewska-Pajak, A., Szyszka, A., Nowicki, M., Filipiak, M. (2007). *Microbiological Quality of Indoor Air in University Rooms*. *Polish J. of Environ. Stud.* Vol. 16, No. 4 (2007), 623-632.
- Sugiyono, (2009). *Metode Penelitian Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Suma'mur, P. K. (1996). *Higiene Perusahaan dan Kesehatan Kerja*. Jakarta: PT. Gunung Agung.
- Suryani, I. K. (2015). Hubungan Lingkungan Fisik dan Tindakan Penduduk dengan Kejadian ISPA pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Lubuk Buaya. *Jurnal Kesehatan Andalas*, 4(1), 157-167.
- Tanjung, A. (2014). *Rumah Kos sebagai Bisnis Properti Real Estate*. Depok: Universitas Indonesia.
- Tantomi, I. (2018). *Mengapa Perlu Membuka Jendela di Rumah Setiap Hari?*. KEMENKES : <http://www.ayotosstb.com/mengapa-perlu-membuka-jendela-di-rumah-setiap-hari-180315d.html> diakses pada 18 Juli 2018
- Vidyautami, D. N., Huboyo, H. S., Hadiwidodo, M. 2015. *Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non AC) dalam Ruang terhadap Keberadaan*



*Mikroorganisme Udara* (Studi Kasus: Ruang Kuliah Jurusan Teknik Sipil Universitas Diponegoro. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4(1): 1-8.

Vindrahapsari, R.T., (2006). *Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri pada Ruangan AC dan Non AC di Sekolah Dasar*. Skripsi. Semarang: Universitas Muhammadiyah Semarang.

Waluyo, I., (2009). *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: Universitas Negeri Malang Press.

Wanatabe, Tsuneo. (2002) *Pictorial Atlas of Soil and Seed Fungi, Morphologies of Cultured Fungi and Key to Species, Second Edition*. Boca Raton: CRC Press.0p

WHO. (2009). *WHO guidelines for indoor air quality : dampness and mould*. WHO Regional Office for Europe.

Wulandari, Evi. (2013). *Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Streptococcus di Udara pada Rumah Susun Kelurahan Bandarharjo Kota Semarang Tahun 2013*. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Wulandari, W., dkk. (2015). Angka Kuman Udara dan Lantai Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Pku Muhammadiyah Yogyakarta. *Jurnal Berkala Kesehatan*, Vol. 1, No. 1, November 2015 :