

TA/TL/2023/[nomor admin]*

TUGAS AKHIR

**ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG BERDASARKAN
PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FASILITAS KAMPUS
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan**



**ZAHRA AYUREGHITA
19513214**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA
2023**

TUGAS AKHIR

ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG BERDASARKAN PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FASILITAS KAMPUS UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia untuk Memenuhi Persyaratan
Memperoleh Derajat Sarjana (S1) Teknik Lingkungan



ZAHRA AYUREGHITA
19513214

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Annisa Nur Lathifah, S. Si., M.
Biotech., Ph. D
NIK. 155130505
Tanggal: 23.08.2023

Fina Binazir Maziva, S.T., M.T.
NIK. 165131305
Tanggal:



Mengetahui,
Ketua Prodi Teknik Lingkungan FTSP UII

Any Juliani, S.T., M.Sc., Res. Eng, Ph. D
NIK. 045130401
Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS UDARA DALAM RUANG BERDASARKAN
PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FASILITAS KAMPUS
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

**Hari : Jum'at
Tanggal : 18 Agustus 2022**

Disusun Oleh:

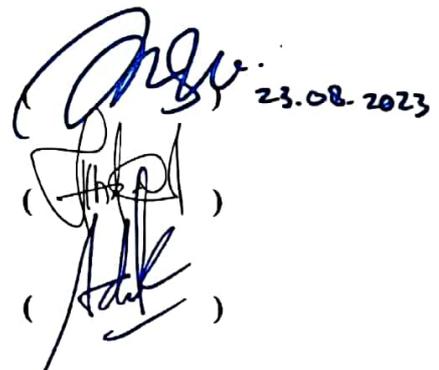
**ZAHRA AYUREGHITA
19513214**

Tim Penguji :

Annisa Nur Lathifah, S. Si., M. Biotech., Ph.D

Fina Binazir Maziya, S.T., M.T

Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D

Handwritten signatures and date: 23.08.2023. The signatures are in blue ink and appear to be for Annisa Nur Lathifah, Fina Binazir Maziya, and Adam Rus Nugroho.

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Karya tulis ini adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik apapun, baik di Universitas Islam Indonesia maupun di perguruan tinggi lainnya.
2. Karya tulis ini adalah merupakan gagasan, rumusan dan penelitian saya sendiri, tanpa bantuan pihak lain kecuali arahan Dosen Pembimbing.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama penulis dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Program *software* komputer yang digunakan dalam penelitian ini sepenuhnya menjadi tanggungjawab saya, bukan tanggungjawab Universitas Islam Indonesia.
5. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dengan pencabutan gelar yang sudah diperoleh, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang berlaku di perguruan tinggi.

Yogyakarta, 18 Agustus 2022

Yang membuat pernyataan,



Zahra Ayureghita

NIM: 19513214

PRAKATA

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Segala puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya serta shalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Nabi Muhammad SAW sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul "Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Berdasarkan Parameter Mikrobiologi Pada Fasilitas Kampus Universitas Islam Indonesia". Penyusunan laporan Tugas Akhir ini sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan program Pendidikan Strata 1 (S1) di Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Islam Indonesia.

Penulis menyadari bahwa tanpa bimbingan dan dorongan dari semua pihak, maka penulisan Tugas Akhir ini tidak dapat berjalan dengan lancar. Dengan segala kerendahan hati ijinilah saya menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah berjasa memberikan motivasi dalam rangka menyelesaikan Tugas Akhir ini. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat, kelancaran, kesehatan, dan ilmu yang bermanfaat sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini.
2. Kedua orang tua penulis, Bapak Imran dan Ibu Ello Priatiningsih yang selalu memberikan dukungan, kasih sayang, kepercayaan, dan doa terbaik kepada penulis. Serta, abang dan kakak ipar penulis Molana Ibrahim dan Ulfia Rahmi yang selalu memberikan support dan motivasi agar segera menyelesaikan laporan dan selalu menghibur disaat penulis sedang tidak dalam *mood* yang baik.
3. Ibu Annisa Nur Lahifah, S.Si., M.Biotech., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing 1 Tugas Akhir, terima kasih atas segala dukungan dan bimbingan yang telah diberikan.
4. Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing 2 Tugas Akhir, terima kasih atas segala dukungan dan bimbingan yang telah diberikan.

5. Bapak Adam Rus Nugroho, S.T., M.T., Ph.D., selaku penguji Tugas Akhir, terima kasih telah memberikan banyak masukan serta saran pada saat menjalani seminar hasil dan pendadaran.
6. Seluruh dosen, staf, dan keluarga besar Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih atas segala bantuan dan pengajaran yang telah diberikan kepada penulis.
7. Seluruh staf Laboratorium Kualitas Lingkungan, FTSP, UII, terkhusus kepada laboran Mba Rina yang telah memberikan banyak bantuan dan pengalaman kepada penulis.
8. Kepada partner penulis saat ini, yang senantiasa mendengarkan keluh kesah penulis, terima kasih karena selalu memberikan penulis support dan semangat untuk menyelesaikan laporan, selalu meluangkan waktu untuk menemani revisi, dan selalu memberi semangat untuk maju.
9. Teman-teman seperjuangan tugas akhir, Endang, Zulul, Asan, Tiara, Sheila, Didi, dan Isabel yang telah berada di lab bersama penulis semasa penelitian, terima kasih atas bantuan dalam menjalani Tugas Akhir.
10. Teman-teman penulis Fitri, Endang, Showam, Mbak Wahda, Irna, Lala, Rifa, Sania, dan Ayya
11. Mbak-mbak Teknik Lingkungan 2018 yang selalu membantu dan mendukung penulis, Mba Zizah, Mba Cyntya, Mba Farah, dan Mba Diani.
12. Teman-teman angkatan 2019 Program Studi Teknik Lingkungan yang telah menemani, membantu, dan membimbing untuk dapat mencapai kesuksesan bersama. Insyaallah semua akan S.T pada waktunya.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada semua pihak terkait yang sudah memberikan dukungan moril agar penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini. Semoga kebaikan yang diberikan oleh semua pihak kepada penulis

menjadi amal soleh yang senantiasa mendapat balasan dan kebaikan yang berlipat ganda dari Allah SWT. Aamiin.

Penulis menyadari masih terdapat banyaknya kekurangan dalam penyusunan Tugas Akhir ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang dapat membangun serta menambah pengetahuan penulis dalam penyusunan Tugas Akhir. Diharapkan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat dan digunakan sebaik-baiknya bagi penulis dan semua pihak.

Wassalamualaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh

Yogyakarta, 18 Agustus 2022

Zahra Ayureghita

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ZAHRA AYUREGHITA. Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Berdasarkan Parameter Mikrobiologi Pada Fasilitas Kampus Universitas Islam Indonesia. Dibimbing oleh ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., Ph.D dan FINA BINAZIR MAZIYA S.T., M.T.

Pencemaran udara di dalam ruangan menjadi perhatian yang serius karena lebih berbahaya. Timbulnya pencemaran udara dalam ruang dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor fisik dan faktor biologi. Pertumbuhan mikroorganisme ini dipengaruhi oleh suhu, kelembaban, dan pencahayaan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas udara dalam ruangan yang dihubungkan dengan suhu, kelembaban, dan pencahayaan dengan jumlah bakteri dan jamur. Hasil rata-rata pengukuran jumlah koloni bakteri terendah adalah 7 CFU/m³ dan tertinggi adalah 104 CFU/m³, sedangkan koloni jamur terendah adalah 3 CFU/m³ dan tertinggi adalah 16 CFU/m³. Karakteristik bakteri yang berhasil teridentifikasi mendekati karakter dari bakteri *Genus Escherichia* dan *Pseudomonas*, sedangkan jenis jamur yang berhasil diidentifikasi *Rhizopus*, *Microsporium*, *Cladosporium*, dan *Geotrichum*.

Kata kunci: Bakteri, Jamur, Kualitas Udara Ruangan

ABSTRACT

ZAHRA AYUREGHITA. *Analysis Indoor Air Quality Based on Microbiological Parameters in Campus Facilities at Indonesia Islamic University. Supervised by ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., Ph.D and FINA BINAZIR MAZIYA S.T., M.T.*

Indoor air pollution is a serious concern because it is more dangerous. The cause of indoor air pollution can be affected by several factors, including physical factors and biological factors. The growth of microorganisms is influenced by temperature, humidity, and lighting. This study was conducted to analyze indoor air quality in correlation with temperature, humidity, and lighting with the number of bacteria and fungi. This study uses the Spearman Rank correlation method in excel to get the correlation results between physical factors and the amount of bacterial and fungi growth. The average measurements result of the lowest colony count of bacteria is 7 CFU/m³ and the highest is 104 CFU/m³, while the lowest colony count of fungi is 3 CFU/m³ and the highest 16 CFU/m³. The characteristics of the successfully identified bacteria are close to the characteristics of the Escherichia and Pseudomonas, while the type of fungi identified are Rhizopus, Microsporium, Cladosporium, and Geotrichum.

Keywords: *Bacteria, Fungi, Indoor Air Quality.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xx
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Pencemaran Udara dalam Ruang	6
2.2 Kualitas Udara dalam Ruang	6
2.3 Sumber Kontaminan Udara dalam Ruangan	7
2.4 Mikroorganisme di Udara dalam Ruang	9
2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme dalam Ruang	9
2.6 Dampak Pencemaran Udara dalam Ruang	12
2.7 Pembuatan dan Sterilisasi Media	12
2.8 Pemeriksaan Jumlah Mikroorganisme di Udara	13
2.9 Penelitian Terdahulu	14
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan	18
3.2.1 Alat	18
3.2.2 Bahan	18
3.3 Prosedur Analisis Data	19
3.3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.3.2 Variabel Penelitian	20
3.4 Persiapan dan Sampling	20
3.5 Media	20
3.5.1 Pembuatan media NA	22
3.5.2 Pembuatan Media PDA	23
3.6 Pengumpulan Data	24
3.6.1 Suhu	24

3.6.2	Kelembaban.....	24
3.6.3	Pencahayaan.....	24
3.6.4	Bakteri.....	24
3.6.5	Jamur	25
3.7	Analisis Data	25
3.7.1	Inkubasi Media Setelah Pengambilan Sampel.....	25
3.7.2	Perhitungan Bakteri	25
3.7.3	Pewarnaan Gram dan <i>Lactophenol Methylene Blue</i>	26
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	27
4.1	Gambaran Umum Lokasi Penelitian	27
4.2	Hasil Penelitian	28
4.2.1	Hasil Pemeriksaan Jumlah Koloni Mikroba.....	28
4.2.2	Morfologi Mikroba dalam Ruangan.....	29
4.2.3	Hasil Kualitas Fisik.....	31
4.3	Pembahasan	35
4.3.1	Morfologi Mikroba dalam Ruangan.....	35
4.3.2	Faktor Kualitas Fisik.....	38
BAB V	KESIMPULAN DAN SARAN.....	41
5.1	Kesimpulan	41
5.2	Saran.....	41
	DAFTAR PUSTAKA	44
	LAMPIRAN	47
	RIWAYAT HIDUP.....	74

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	14
Tabel 4. 1 Hasil Morfologi Bakteri Dominan dalam Perbesaran Mikroskop 40x	29
Tabel 4. 2 Hasil Morfologi Koloni Jamur dalam Perbesaran Mikroskop 40x	30

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel di GOR, (A) Tribun, (B) Tempat Gym, (C) Lapangan.....	17
Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI.....	17
Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan Sampel di Perpustakaan, (A) Lt. UG Selatan, (B) Lt. LG, (C) Lt. UG Utara	18
Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian	19
Gambar 3. 5 Tahapan Pembuatan Media Nutrient Agar (NA)	22
Gambar 3. 6 Tahapan Pembuatan Media Potato Dextrose Agar (PDA).....	23
Gambar 4. 1 Grafik Pengukuran Jumlah Bakteri dan Jamur dalam Ruangan	28
Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Suhu Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur	31
Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Pencahayaan Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur	32
Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran <i>Kelembaban</i> Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur	33
Gambar 4. 5 Jumlah Pengunjung pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur	34

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di GOR	47
Lampiran 2 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Masjid Ulil Albab	47
Lampiran 3 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Perpustakaan Waktu Pagi	48
Lampiran 4 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Perpustakaan Waktu Siang	48
Lampiran 5 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Gor Pada Saat Pengukuran Bakteri	49
Lampiran 6 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Gor Pada Saat Pengukuran Jamur	50
Lampiran 7 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Masjid Ulil Albab Pada Saat Pengukuran Bakteri	51
Lampiran 8 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Masjid Ulil Albab Pada Saat Pengukuran Jamur	51
Lampiran 9 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Bakteri di Pagi Hari	51
Lampiran 10 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Bakteri di Siang Hari	52
Lampiran 11 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Jamur di Pagi Hari	53
Lampiran 12 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Jamur di Siang Hari	53
Lampiran 13 Rata-rata Hasil Pengukuran Bakteri	60
Lampiran 14 Rata-rata Hasil Pengukuran Jamur	60
Lampiran 15 Hasil Inkubasi Bakteri di GOR, (A) Lapangan, (B) R. Fitness, (C) Tribun	62
Lampiran 16 Hasil Inkubasi Bakteri di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI	63
Lampiran 17 Hasil Inkubasi Bakteri di Lt. Dasar Perpustakaan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	63
Lampiran 18 Hasil Inkubasi Bakteri di Perpustakaan Lt. UG Selatan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	64
Lampiran 19 Hasil Inkubasi Bakteri di Perpustakaan Lt. UG Utara, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	65
Lampiran 20 Hasil Inkubasi Jamur di GOR, (A) Lapangan, (B) R. Fitness, (C) Tribun	65
Lampiran 21 Hasil Inkubasi Jamur di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI	66
Lampiran 22 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. Dasar Perpustakaan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	67
Lampiran 23 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. UG Selatan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	67
Lampiran 24 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. UG Utara, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari	68
Lampiran 25 Hasil Mikroskop Bakteri dalam Perbesaran 40x	73

Lampiran 26 Hasil Mikroskop Jamur dalam Perbesaran 40x 74

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kualitas udara atau *indoor air quality* dalam ruangan merupakan salah satu aspek ilmiah yang berfokus kepada kualitas atau mutu udara dalam suatu ruangan yang ditempati oleh manusia (Idham, 2001). Sekitar 90% pada hidup manusia dihabiskan di dalam ruangan, sehingga kualitas udara memiliki dampak yang sangat besar terhadap kesehatan manusia. Pada negara berkembang, terdapat kurang lebih sekitar 400 hingga 500 juta orang yang mengalami masalah polusi udara dalam ruangan. *World Health Organization* (WHO) mengatakan bahwa pencemaran udara di dalam ruangan bisa 1000 kali lipat lebih berbahaya daripada pencemaran udara di luar ruangan dikarenakan manusia dapat terpapar langsung dan menyebabkan dampak negatif bagi kesehatan manusia.

Sumber polusi udara dalam ruang dapat berasal dari bahan yang berada dalam ruangan itu sendiri, seperti misalnya karpet, AC (*air conditioner*), dan sebagainya. Dapat juga berupa kondisi dari bangunan itu sendiri, suhu dan kelembaban ruangan, sirkulasi atau pertukaran udara dalam ruangan tersebut, dan hal-hal yang dilakukan manusia di dalam ruangan tersebut. Semakin banyak kegiatan yang dilakukan di dalam ruangan maka akan mempengaruhi tingkat jumlah polutan di dalam ruangan. Penyebab lain dapat terjadinya polusi udara dapat berasal dari bahan alami dan bahan sintetis yang digunakan di dalam ruangan, seperti misalnya karpet, pelapis dinding, busa, serta perabotan rumah tangga (Fitria, 2008).

Sumber polusi udara dalam ruang dapat juga berupa mikroorganisme. Berdasarkan penelitian dari Badan Kesehatan dan Keselamatan Kerja Amerika Serikat atau *National Institution for Occupational Safety and Health* (NIOSH), mikroorganisme dapat dikatakan menjadi salah satu sumber polusi udara dalam ruangan yang berbahaya. Adanya mikroorganisme di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh keadaan di dalam ruangan tersebut yang meliputi, sistem ventilasi, suhu, kepadatan hunian, kelembaban, dan pencahayaan

(Rachmatantri, 2015). Mikroorganisme yang biasa terdapat di dalam ruangan antara lain adalah jamur dan bakteri.

Mikroorganisme yang ada di dalam ruangan biasanya berasal dari serangga, bakteri, kutu binatang peliharaan, dan jamur. Mikroorganisme ini biasa dikenal dengan istilah bioaerosol. Bioaerosol dalam ruangan dapat berasal dari lingkungan luar dan kontaminasi dari dalam ruangan (Fitria, 2008). Dari lingkungan luar dapat berupa jamur yang berasal dari organisme yang membusuk, tumbuh-tumbuhan yang mati, dan jentik-jentik serangga di luar ruangan yang menembus bangunan. Mikroorganisme tidak memiliki habitat asli, sehingga udara di sekeliling kita hingga beberapa kilometer di atas permukaan bumi dapat mengandung berbagai jenis mikroba dalam jumlah yang beragam. Jenis bakteri yang terdapat di dalam ruangan biasanya adalah *Staphylococcus*, *Micrococcus*, dan *Streptococcus* (Waluyo, 2009). Sedangkan jenis jamur yang biasa terdapat di dalam ruangan adalah *Aspergillus*, *Penicillium*, *Stachybotrys*, dan *Cladosporium*.

Pemerintah Indonesia telah mengatur persyaratan mengenai kualitas udara dalam ruang pada lingkungan kerja dalam PerMenKes No. 48 Tahun 2016 tentang Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran kecepatan udara dalam ruang 0,15 hingga 0,5 m/detik, suhu juga harus berada pada rentang 23 - 26 °C serta kelembaban juga di antara 40-60% dan untuk persyaratan mikroorganisme di udara pada suatu ruang adalah angka bakteri dibawah 500 CFU/ m³ dan angka jamur dibawah 1000 CFU/ m³ serta bebas kuman patogen. Kehadiran mikroorganisme di dalam ruangan dapat menyebabkan kerugian bagi kesehatan pengguna ruangan tersebut, jika individu di dalam ruangan memiliki imunitas tubuh yang rendah maka kemungkinan akan mudah terpapar mikroorganisme di dalam ruangan tersebut.

Menurut studi yang telah dilakukan oleh WHO mengenai jumlah epidemiologis yang menunjukkan adanya faktor yang berhubungan dengan mikroorganisme dalam ruangan pada kesehatan pernapasan. Misalnya seperti flu, asma, alergi, batuk, dan sesak nafas. Ada pula gejala lain yang mungkin dapat terjadi seperti misalnya demam, menggigil, nyeri otot, dan sakit kepala. Gangguan kesehatan ini dipastikan dapat mengganggu dan menghambat

kegiatan yang akan dilakukan yang mungkin dapat merugikan bagi beberapa orang.

Hasil penelitian mengenai ruang perpustakaan pada Universitas Jimma menunjukkan bahwa sebagian besar ruangan perpustakaan yang diujikan sudah terkontaminasi oleh bakteri dan jamur (Hayleeyesus & Manaye, 2014). Berdasarkan hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa harus diberikan perhatian lebih untuk mengontrol kualitas udara untuk memantau perkembangan mikroba di udara dalam ruangan agar menjamin kesehatan bagi para pengguna dan pekerja di perpustakaan.

Beberapa ruangan lainnya yang berpotensi untuk mengalami masalah polusi udara dalam ruang dalam lingkungan kampus adalah Gelanggang Olahraga (GOR) dan Masjid Kampus. Karena di dalam ruangan tersebut terdapat banyak kegiatan dan barang-barang yang memungkinkan dapat menimbulkan adanya pertumbuhan mikroba. Selain itu, adanya kemungkinan konstruksi bangunan yang kurang memadai sehingga untuk sistem ventilasi udara yang tidak tepat dan menyebabkan terkonsentrasinya debu yang berada di dalam ruangan.

Hal yang akan timbul ketika terlalu lama berada di dalam ruangan yang sudah terkontaminasi mikroorganisme akan menyebabkan rasa yang kurang nyaman. Sehingga, kualitas udara dalam ruangan merupakan kriteria penting yang harus diperhitungkan ketika adanya aktivitas manusia yang berkelanjutan di dalamnya agar terciptanya lingkungan yang aman. Maka dari itu, diperlukannya penelitian ini agar dapat menganalisis bakteri dan jamur apa saja dan pengaruhnya terhadap manusia yang berada di dalam ruangan sehingga dapat diketahui kualitas udara dalam ruangan dan memberikan saran guna memperbaiki kualitas udara pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia.

1.2 Perumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian tugas akhir ini adalah untuk menganalisis keanekaragaman bakteri dan jamur yang berada di udara dalam ruangan yang diambil dari beberapa fasilitas kampus yang terdapat di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.

Adapun masalah yang dikaji pada tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana kualitas udara dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia berdasarkan jumlah bakteri dan jamur?
2. Bagaimana karakteristik bakteri dan jamur di udara dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia?
3. Apa faktor yang ditimbulkan akibat dari adanya pertumbuhan bakteri dan jamur di udara dalam ruang pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis kualitas udara dalam ruangan pada fasilitas Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia berdasarkan jumlah bakteri dan jamur.
2. Mengidentifikasi karakteristik bakteri dan jamur di udara dalam ruangan pada fasilitas umum kampus Universitas Islam Indonesia.
3. Menganalisis faktor yang ditimbulkan akibat dari adanya bakteri dan jamur dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang dapat diperoleh dari dilakukannya penelitian ini, diantaranya :

1. Menambah wawasan terkait kualitas udara dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia berdasarkan jumlah bakteri dan jamur yang ada.
2. Menambah wawasan terkait karakteristik bakteri dan jamur di udara dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia.

3. Menambah wawasan terkait faktor yang ditimbulkan akibat adanya bakteri dan jamur dalam ruangan pada fasilitas kampus Universitas Islam Indonesia.

1.5 Ruang Lingkup

Berikut merupakan ruang lingkup penelitian yang akan dilakukan :

1. Lokasi penelitian dilakukan di dalam ruangan Perpustakaan, Masjid Ulil Albab dan Gelanggang Olahraga (GOR) Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.
2. Penelitian ini meliputi sebaran bakteri dan jamur bergantung dengan parameter fisik seperti, suhu, pencahayaan, dan kelembaban udara serta banyaknya aktivitas yang ada dalam ruangan.
3. Penelitian dilakukan pada bulan Desember 2022 hingga Maret 2023.
4. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Januari 2023 hingga Februari 2023.
5. Ruang lingkup materi dalam penelitian ini dibatasi pada menganalisis kualitas udara akibat keberadaan bakteri dan jamur di udara pada beberapa fasilitas umum Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara dalam Ruang

Berdasarkan KepMenKes No. 1407/MenKes/SK/XI/2002 tentang pedoman pengendalian dampak pencemaran udara, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat energi atau komponen lain ke dalam udara atau berubahnya tatanan udara yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Kehadiran bahan atau zat asing di udara pada jumlah tertentu serta untuk waktu yang cukup lama, akan dapat mengganggu kehidupan manusia.

Udara itu sendiri merupakan suatu campuran gas yang terdapat pada lapisan yang mengelilingi bumi dan campuran komposisi gasnya tidak selalu konstan (Fardiaz, 1992). Masalah pencemaran udara terbagi menjadi dua, yaitu polusi udara luar ruangan dan polusi udara dalam ruangan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa udara dalam ruangan seringkali lebih kotor atau lebih tinggi zat pencemarnya daripada udara di luar ruangan (Codey, 2004). Menurut *United State Environmental Protection Agency* (USA EPA), manusia dapat menghabiskan kira-kira 90% waktunya di dalam ruangan. Sehingga, pencemaran udara di dalam ruangan dapat dua hingga lima kali lebih tinggi dibandingkan dengan pencemaran udara yang berada di luar ruangan.

2.2 Kualitas Udara dalam Ruang

Menurut USA EPA pengertian *Indoor air quality* atau kualitas udara dalam ruangan adalah hasil interaksi antara tempat, suhu, sistem gedung (baik desain asli maupun modifikasi), teknik konstruksi, sumber kontaminan (material, kelembaban, peralatan gedung, dan aktivitas dalam gedung) dan pekerja.

Kualitas udara dalam ruangan atau *indoor air quality* adalah istilah yang digunakan untuk menyatakan pengaruh yang baik atau buruk kualitas udara dalam ruangan pada pekerja. Kualitas udara dalam udara yang baik adalah jika ruangan kerja tidak terdapat konsentrasi khusus seperti gas atau partikel

lain yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia (Nasri, Lestari, & Hikmat, 1998). Definisi dan standar mengenai kualitas udara dalam ruangan umumnya menggunakan standar ventilasi untuk kualitas udara yang memadai (*ventilation of acceptable indoor air quality*) (ASHRAE, 2001).

Kualitas udara di dalam ruangan mempengaruhi kenyamanan bagi para mahasiswa di dalam lingkungan ruang belajar. Kualitas udara yang buruk akan berdampak negatif bagi mahasiswa berupa keluhan gangguan kesehatan. Keluhan ini biasanya tidak terlalu parah, namun jelas tetap mengganggu dan menurunkan tingkat konsentrasi bagi para mahasiswa. Gejala yang ditimbulkan sangat bervariasi, seperti misalnya iritasi mata dan hidung, kulit kering, cepat lelah, dan sulit berkonsentrasi.

2.3 Sumber Kontaminan Udara dalam Ruangan

Pencemaran udara dalam ruang walau tidak berhubungan langsung dengan emisi global namun sangat penting. Pencemaran udara dalam ruang dapat terjadi karena aktivitas kegiatan manusia, tetapi sangat penting untuk menentukan keterpaparan seseorang terhadap polutan tersebut.

Sumber pencemar dapat dibagi menjadi pencemaran yang berasal dari luar dan berasal dari dalam ruangan, maupun berasal dari mikroorganisme yang berada di dalam ruangan. Jenis pencemaran dalam ruangan dapat dihindari maupun tidak dapat dihindari. Pencemaran yang tidak terhindarkan disebabkan oleh proses metabolisme, seperti aktivitas manusia di dalam ruangan. Sedangkan yang dapat dihindari seperti emisi senyawa organik dari bangunan dan isinya.

Menurut EPA (1991) ada beberapa sumber kontaminan dalam udara, diantaranya :

- a) Sumber dari luar bangunan, yang terdiri dari :
 1. Udara luar bangunan yang terkontaminasi seperti misalnya jamur, debu, kontaminasi industri, dan gas buang kendaraan.
 2. Emisi dari sumber pada sekitar bangunan seperti buangan gas kendaraan, bau tempat pembuangan sampah, udara buangan yang berasal dari gedung itu sendiri.

3. Kebocoran gas dari bahan bakar yang disimpan dibawah tanah dan kontaminan yang berasal dari penggunaan lahan sebelumnya
 4. Kelembaban atau rembesan air yang memicu perkembangan mikroba
- b) Peralatan, yang terdiri dari :
1. Peralatan HVAC seperti debu atau kotoran pada saluran atau komponen lain, saluran penggunaan biosida, pertumbuhan mikroba pada humidifier, sistem ventilasi yang kurang baik, alat pendingin (refrigerator) yang bocor.
 2. Peralatan non-HVAC seperti emisi dari peralatan kantor (VOCs, ozon), laboratorium, proses pembersihan.
- c) Kegiatan manusia, seperti :
1. Kegiatan personal seperti merokok, memasak, aroma kosmetik dan bau badan
 2. Kegiatan housekeeping seperti penggunaan pengharum, bahan pembersih, emisi dari gudang penyimpanan bahan suplai atau sampah.
 3. Kegiatan pemeliharaan seperti mikroorganisme dalam uap air akibat kurangnya pemeliharaan cooling tower, debu atau kotoran udara, VOCs dari penggunaan perekat dan cat.
- d) Komponen bangunan dan peralatan interior, seperti :
1. Lokasi yang menghasilkan debu atau serat seperti permukaan yang dilapisi (penggunaan karpet, tirai, dan bahan tekstil lainnya), interior yang sudah tua atau rusak, bahan yang mengandung asbestos.
 2. Bahan kimia dari komponen bangunan atau peralatan interior seperti VOCs atau senyawa organik.
- e) Sumber lainnya, seperti :
1. Kejadian kecelakaan seperti tumpahan cairan, pertumbuhan mikroba akibat banjir, kebocoran atap atau pipa, dan kerusakan akibat kebakaran.

2. Penggunaan area secara khusus seperti area merokok, ruang print, dan penyimpanan makanan.
3. Emisi dari peralatan interior yang baru, bau dari uap organik maupun anorganik dari cat atau bahan perekat.

2.4 Mikroorganisme di Udara dalam Ruang

Mikroorganisme adalah sebuah organisme hidup dengan ukuran sangat kecil sehingga membutuhkan mikroskop untuk dapat dilihat dengan jelas. Mikroorganisme antara lain, seperti bakteri, jamur, dan virus (Waluyo, 2009). Mikroorganisme sendiri terdapat di dalam tanah, air, udara, serta pada makhluk hidup, seperti jaringan tubuh kita sendiri (Waluyo, 2019). Mikroorganisme yang berada di dalam ruangan dikenal dengan istilah bioaerosol (Suriawiria, 2005). Bioaerosol adalah mikroorganisme atau organisme hidup yang terdapat dalam udara. Dalam kondisi tertentu, keberadaan bioaerosol dapat tidak menimbulkan efek, namun dalam kuantitas tertentu dan jika terhirup maka dapat menimbulkan infeksi pernafasan.

Pada dasarnya, udara bukan merupakan tempat pertumbuhan dan reproduksi mikroorganisme, namun adanya mikroorganisme di udara dapat dipengaruhi oleh debu, kecepatan angin, uap air, dan aktivitas yang ada di lingkungan (Waluyo, 2019). Penularan penyakit yang terjadi akibat mikroba bebas sulit terjadi, kecuali jika penyakit yang disebabkan oleh mikroba berspora dan juga virus. Meski udara bukanlah habitat asli mikroorganisme, namun aktivitas manusia baik secara disengaja maupun tidak menjadi tempat sementara bagi kehidupan mikroorganisme di udara, misalnya ketika seseorang bersin akan adanya kelembaban yang tercipta.

2.5 Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan Mikroorganisme dalam Ruang

Pertumbuhan bakteri dapat dipengaruhi oleh keadaan lingkungan atau habitatnya. Ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme seperti nutrisi, oksigen, suhu, pencahayaan, kelembaban, dan kepadatan penghuni. Mikroorganisme membutuhkan nutrisi untuk kehidupan dan pertumbuhannya. Mikroorganisme membutuhkan nutrisi yang

secara menyeluruh mengandung sumber karbon (karbohidrat), sumber nitrogen (protein, amoniak), ion-ion anorganik tertentu (Fe) dan metabolit penting (vitamin, asam amino), dan air (Harti, 2015).

Pertumbuhan mikroorganisme ini sangat dipengaruhi oleh sumber-sumber nutrisi ini, jika kekurangan nutrisi maka memungkinkan mikroorganisme ini untuk mati. Kondisi yang kurang bersih dan higienis di lingkungan merupakan kondisi yang dapat menyediakan sumber nutrisi bagi pertumbuhan mikroba sehingga mikroba mungkin dapat tumbuh dan berkembang di lingkungan sekitar. Media yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri biasanya dapat ditambahkan dengan nutrisi faktor pertumbuhan yang disesuaikan dengan kebutuhan bakteri tersebut. Media nutrisi agar merupakan media yang digunakan untuk perhitungan bakteri dengan mengandung sumber nitrogen dan berbentuk media padat. (Harti, 2015).

Faktor kedua adalah oksigen. Oksigen dianggap sebagai salah satu faktor yang penting dalam pertumbuhan mikroba bahkan jika kekurangan oksigen dapat menyebabkan pertumbuhan mikroba terhambat (Couvert, Divanac'h, Lochardet, Thuault, & Huchet, 2019). Mikroba sendiri dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu aerob dan anaerob. Aerob sendiri merupakan mikroba yang membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya dan anaerob adalah mikroba yang tidak memerlukan oksigen untuk pertumbuhan. (Puspitasari, Shovitri, & Kuswytasari, 2012)

Faktor ketiga yang mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah suhu, setiap mikroba memiliki suhu optimum. Suhu ini mempengaruhi pertumbuhan mikroba dan jika berada pada suhu yang tidak sesuai maka akan mempengaruhi kerusakan sel mikroba tersebut (Waluyo, 2009). Beberapa sumber yang mempengaruhi penggunaan suhu ruangan adalah penggunaan bahan bakar biomassa, ventilasi yang tidak memenuhi syarat, kepadatan hunian, bahan dan struktur bangunan, kondisi geografis, dan kondisi topografi (Widmer & Frick, 2010). Alat yang digunakan untuk mengukur suhu pada ruangan adalah termometer. Berdasarkan suhu pertumbuhan, mikroorganisme dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok yaitu :

1. Psikrofil (organisme yang suka dingin), organisme yang hidup dapat tumbuh dengan baik pada suhu dibawah 20°C , dengan kisaran suhu optimal adalah 10°C - 20°C .
2. Mesofil (organisme yang suka suhu sedang), organisme yang hidup dapat tumbuh dengan optimal pada suhu 20°C hingga 45°C .
3. Termofil (organisme yang suka suhu tinggi), organisme yang hidup dapat tumbuh dengan optimal pada suhu diatas 45°C , dengan kisaran suhu optimal adalah 50°C - 60°C .

Faktor lainnya yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah cahaya. Adanya sumber cahaya dalam ruangan dapat menghambat pertumbuhan bakteri. Pada siang hari maupun malam hari pencahayaan harus cukup baik agar mikroba dapat tumbuh dengan optimal. Pencahayaan untuk ruangan yang ideal pada siang hari adalah sinar matahari sedangkan pada malam hari adalah penerangan listrik. Paparan cahaya sinar ultraviolet (UV) yang tinggi dapat berakibat fatal bagi pertumbuhan mikroba (Pommerville, 2007). Pengukuran pencahayaan pada ruangan menggunakan alat luxmeter (Subaris, 2011).

Faktor selanjutnya adalah kelembaban. Umumnya pertumbuhan mikroba membutuhkan kelembaban yang tinggi, kelembaban yang dibutuhkan di atas 85% (Anies, 2006). Sumber kelembaban dalam ruangan adalah konstruksi bangunan yang kurang baik, seperti atap yang bocor, lantai dan dinding rumah yang tidak kedap air, serta kurangnya penerangan buatan dan alami. Kelembaban relatif udara yang tinggi dapat meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme (Fitria, 2008). Pengurangan kadar air atau kelembaban protoplasma menyebabkan kegiatan metabolisme terhenti. Alat untuk mengukur kelembaban ruangan menggunakan higrometer.

Faktor terakhir yang dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroba adalah kepadatan hunian. Jumlah penghuni dalam ruangan mempengaruhi suhu dalam ruangan. Semakin banyak penghuni maka udara akan menjadi semakin panas. Mikroba juga dapat terbawa oleh para penghuni dan menyebar ke udara sehingga dapat mengkontaminasi udara ruangan. Berdasarkan

PerMenKes No. 48 Tahun 2016 tentang standar keselamatan dan kesehatan kerja perkantoran, jumlah penghuni adalah minimal 10 m²/orang.

2.6 Dampak Pencemaran Udara dalam Ruang

Dampak yang dapat dirasakan secara langsung oleh tubuh akibat kontak langsung dengan udara dalam ruangan yang tercemar adalah iritasi mata, iritasi hidung, iritasi tenggorokan, gangguan neurotoksik, gangguan pernapasan, gangguan kulit, dan lain-lain. Dampak lain yang mungkin dapat ditimbulkan oleh bakteri pencemaran udara antara lain, yaitu gangguan konsentrasi belajar, berbagai penyakit seperti alergi, asma, serta kanker. Penyakit yang ditimbulkan memang tidak bersifat secara langsung tetapi akan diakumulasikan sedikit demi sedikit sehingga membebani tubuh dan menyebabkan penyakit kronis (Widmer & Frick, 2010).

Bakteri penyebab penyakit dapat disebarkan melalui udara. Penyakit ini disebarkan melalui aktivitas manusia, seperti batuk, bersin atau meludah atau dengan kata lain disebut dengan droplet. Droplet adalah partikel air kecil (seperti hujan rintik-rintik) dengan ukuran 1-5 mikrometer (MPH, 2003). Bentuk ini dapat tetap berada di udara untuk waktu yang lama dan dapat terhisap saat bernafas sehingga masuk ke alat pernafasan. Setiap tetesan air liur dan lendir dapat berisi ribuan mikroorganisme. Bahkan, diperkirakan jumlah bakteri untuk satu kali bersin berkisar antara 10.000 hingga 100.000 (Waluyo, 2009)

2.7 Pembuatan dan Sterilisasi Media

Mikroorganisme yang dituju dalam penelitian kali ini merupakan bakteri dan jamur. Sebelum dilakukan pengambilan data, dilakukan pembuatan media. Untuk perhitungan jumlah bakteri menggunakan media *Nutrient Agar* (NA) sedangkan untuk perhitungan jumlah jamur menggunakan media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Sebelum digunakan media yang sudah dibuat akan disterilisasi. Sterilisasi dibagi menjadi 2 metode, yaitu sterilisasi basah dan kering. Sterilisasi kering dapat dilakukan dengan menggunakan udara panas, seperti oven atau insinerator. Sedangkan sterilisasi basah dilakukan dengan uap panas bertekanan tinggi, salah satunya menggunakan autoklaf.

Autoklaf adalah salah satu alat pada laboratorium yang digunakan untuk mensterilkan alat-alat laboratorium sebelum digunakan. Proses sterilisasi yang menggunakan autoklaf dinilai efektif karena menggunakan proses pemanasan dengan suhu yang dibuat periodik dalam satuan tertentu. Cara kerja autoklaf ini dengan menggunakan udara panas yang mencapai 121 °C serta dalam tekanan yang berkisar 2-4 atm dalam waktu 15-30 menit.

Prinsip kerja dari autoklaf sendiri cukup sederhana. Pertama, pastikan autoklaf sudah terisi dengan air hingga batas yang telah ditentukan. Lalu ketika sumber panas dinyalakan air pada autoklaf akan mendidih dengan perlahan. Adanya uap air yang telah mendidih akhirnya mendesak udara yang terdapat di dalam autoklaf. Saat tekanan dan suhu di dalam autoklaf sudah mencapai yang diinginkan, proses sterilisasi akan berjalan sesuai dengan waktu yang sudah ditentukan. Setelah semua proses selesai, sumber panas akan dimatikan sehingga tekanan dan suhu di dalam autoklaf turun. Setelah media disterilisasi, maka media akan diletakkan di inkubator yang sudah disesuaikan suhunya terlebih dahulu, suhu untuk media NA adalah 37°C dan untuk media PDA adalah 26°C.

2.8 Pemeriksaan Jumlah Mikroorganisme di Udara

Teknik yang digunakan untuk menganalisis bakteri dan jamur di udara salah satunya adalah dengan menggunakan *microbial air sampler*. Prinsip metode ini adalah dengan menghisap udara yang ada di sekitar. Cukup letakkan media di dalam alat selama kurang lebih 15 menit, maka alat akan menghisap udara dan mikroba akan terjerap di dalam media. Metode ini mudah namun membutuhkan biaya yang cukup mahal. Setelah alat sudah menghisap udara maka cawan petri akan di inkubasi sehingga akan tampak koloni yang berkembang.

Perhitungan koloni bakteri menggunakan metode hitungan cawan atau *Total Plate Count* (TPC). Prinsip Metode ini adalah dengan menumbuhkan sel bakteri pada cawan petri yang di dalamnya sudah terdapat media agar sehingga bakteri mampu berkembang dan membentuk koloni (Harti, 2015). Koloni yang terbentuk pada media agar dapat dilihat secara langsung dan dapat dihitung tanpa bantuan mikroskop berdasarkan dengan perbedaan

bentuk dan warna koloni mikroba (Gandjar, Wellyzar, & Oetari, 2006). Jumlah koloni mikroba yang tumbuh dan dapat dihitung pada media agar berkisar kurang dari 300 koloni. Hitungan koloni yang lebih dari 300 koloni maka dapat dicatat dengan terlalu padat untuk dihitung atau yang biasa disebut *too numerous to count* (TNTC) (Harmita & Radji, 2008).

2.9 Penelitian Terdahulu

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Mara Di Giulio, Rosella Grande, Emanuela Di Campli, Soraya Di Bartolomeo, Luigina Cellini, 2010	<i>Indoor Air Quality in University Environments</i>	Konsentrasi mikroba selalu dalam nilai batas yang telah ditentukan. Mikroorganisme yang paling umum terdeteksi di udara dalam ruangan adalah bakteri gram positif, yang termasuk ke dalam genus <i>Staphylococcus</i> , <i>Bacillus</i> , dan <i>Actinomyces</i> .
2.	Elizabeth Putri Stevani, Hedy C. Indrani, Purnama E.D. Tedjokoesoemo, 2016	Studi Kualitas Udara Dalam Ruang (<i>Indoor Air Quality</i>) pada Ruang Kelas Sekolah Bangunan Cagar Budaya di Surabaya	Hasil penelitian menunjukkan bahwa SMK Negeri 2 memiliki faktor fisik yang melebihi Nilai Ambang Batas (NAB), sedangkan untuk faktor kimia dan mikrobiologi dari kedua sekolah berada di bawah NAB. Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa jenis penghawaan buatan lebih direkomendasikan pada bangunan cagar budaya di Surabaya
3.	Laila Fitria, Ririn Arminsih Wulandari, Ema Hermawati, Dewi Susanna, 2008	Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, Dan Kimiawi	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, 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.
4.	Rizka Tiara Vindrahapsari, 2016	Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri Udara pada Ruangan AC dan non AC di Sekolah Dasar	Rata-rata jumlah bakteri pada ruangan non AC 14,67 koloni/m ³ dan pada ruangan ber AC 84,23 koloni/m ³ . Jumlah bakteri pada semua ruangan kelas memenuhi syarat. Ada perbedaan dari jumlah bakteri pada ruangan AC dan non AC. Namun, tidak ada hubungan yang signifikan antara suhu, kelembaban, dan pencahayaan dengan jumlah bakteri dalam ruang.
5.	Samuel Fekadu Hayleeyesus, Abayneh Melaku Manaye, 2014	<i>Microbiological Quality of Indoor Air in University Libraries</i>	Konsentrasi bakteri dan jamur di lingkungan dalam ruangan perpustakaan universitas berkisar antara 367 - 2595 CFU/m ³ . Bakteri yang terisolasi antara lain <i>Micrococcus sp.</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , <i>Streptococcus pyogenes</i> , <i>Bacillus sp.</i> dan <i>Neisseria sp.</i> Sedangkan jamur yang terisolasi dengan jumlah yang banyak adalah <i>Cladosporium sp.</i> , <i>Alternaria sp.</i> , <i>Penicillium sp.</i> dan <i>Aspergillus sp.</i>

Berdasarkan dengan beberapa penelitian terdahulu, diketahui bahwa pertumbuhan bakteri dan jamur dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah faktor fisik seperti suhu, pencahayaan, dan kelembaban. Hasil dari beberapa penelitian menunjukkan bahwa kualitas udara dalam ruangan melebihi nilai ambang batas dan juga terdapat beragam jenis bakteri dan jamur. Maka dari itu, peneliti perlu melakukan penelitian ini agar dapat mengetahui bakteri dan jamur apa saja yang terdapat dalam ruangan serta dapat mengetahui hubungan kualitas fisik terhadap pertumbuhan bakteri dan jamur di dalam ruangan.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian dilakukan di 2 tempat, dengan kegiatan sampling dilakukan di beberapa fasilitas umum Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia dan kegiatan uji laboratorium dilakukan di Laboratorium Bioteknologi, Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Waktu penelitian kurang lebih 4 bulan dimulai pada bulan Desember 2022 – Maret 2023.



(A)



(B)



(C)

Gambar 3. 1 Lokasi Pengambilan Sampel di GOR, (A) Tribun, (B) Tempat Gym, (C) Lapangan

Sumber : Dokumentasi Pribadi



(A)



(B)

Gambar 3. 2 Lokasi Pengambilan Sampel di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI

Sumber : Dokumentasi Pribadi



(A)



(B)



(C)

Gambar 3. 3 Lokasi Pengambilan Sampel di Perpustakaan, (A) Lt. UG Selatan, (B) Lt. LG, (C) Lt. UG Utara

Sumber : Dokumentasi Pribadi

3.2 Alat dan Bahan

Berikut merupakan alat dan bahan yang digunakan selama penelitian analisis kualitas udara dalam ruangan dengan parameter mikrobiologi.

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah neraca analitik, gelas beaker, tabung reaksi, gelas ukur, cawan petri, jarum ose, bunsen, inkubator, rak tabung reaksi, autoklaf, kompor pemanas, *magnetic stirrer*, mikroskop, *Laminar Air Flow (LAF)*, *microbial air sampler*, tripod, barometer *3 in 1 LT Lutron MHB-382SD*, dan anemometer *5 in 1 LT Lutron LM-8010*. Jumlah alat disesuaikan dengan kebutuhan selama penelitian berlangsung

3.2.2 Bahan

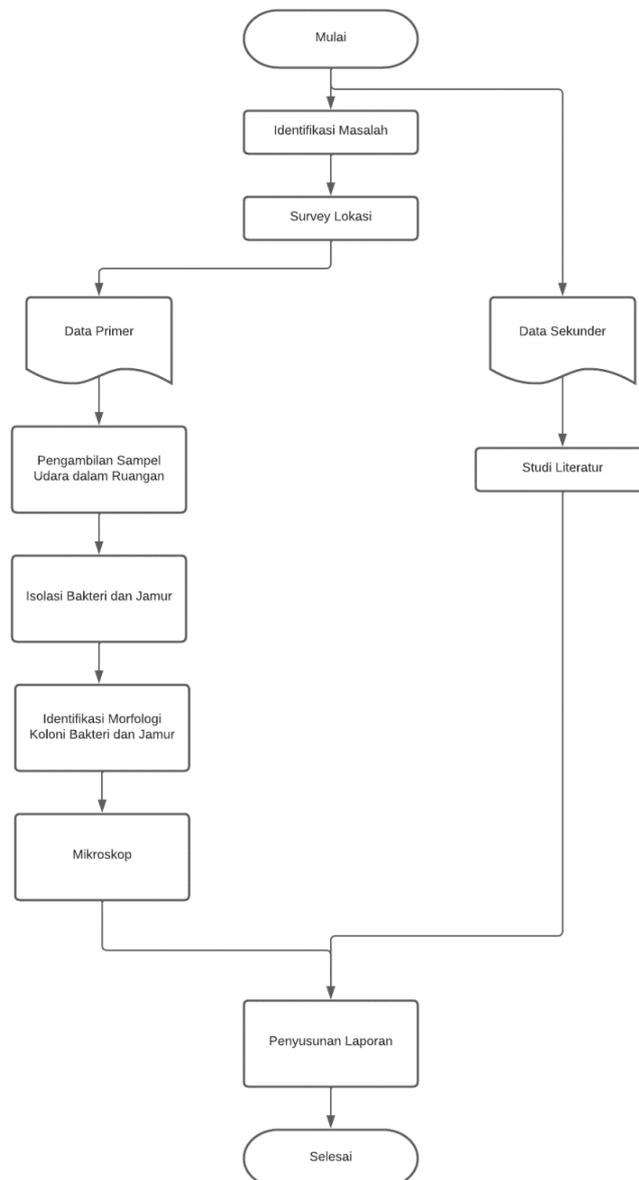
Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kapas, kertas coklat, karet gelang, tisu, label, aquades, alkohol 70% dan 96%, spiritus, *Nutrient*

Agar, Potato Dextrose Agar, crystal violet, larutan iodine, safranin, dan larutan methylene blue.

3.3 Prosedur Analisis Data

3.3.1 Diagram Alir Penelitian

Dalam metode penelitian diperlukan diagram alir penelitian untuk memberikan gambaran mengenai prosedur metode penelitian dan analisis data yang di dalamnya terdiri atas langkah-langkah kegiatan yang akan dilakukan selama proses penelitian berlangsung. Adapun diagram alir penelitian sebagai berikut :



Gambar 3. 4 Diagram Alir Penelitian

3.3.2 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini terbagi menjadi 2, yaitu variabel bebas dan terikat. Berikut adalah variabel dalam penelitian :

1. Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang berubah-ubah atau mempengaruhi penelitian, yaitu suhu, pencahayaan, dan kelembaban udara, waktu inkubasi, dan media pertumbuhan bakteri dan jamur.

2. Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang diamati dan memiliki pengaruh dari variabel bebas, yaitu jumlah, morfologi, dan jenis morfologi bakteri dan jamur yang ada di udara dan tempat pengambilan data akan dilakukan.

3.4 Persiapan dan Sampling

Persiapan yang dilakukan dengan studi literatur dan persiapan pengujian di laboratorium. Persiapan juga mempersiapkan alat dan bahan yang sudah disesuaikan dengan kebutuhan penelitian sehingga hasil yang nantinya akan didapatkan dapat maksimal dan meminimalisir kemungkinan gagal dalam penelitian.

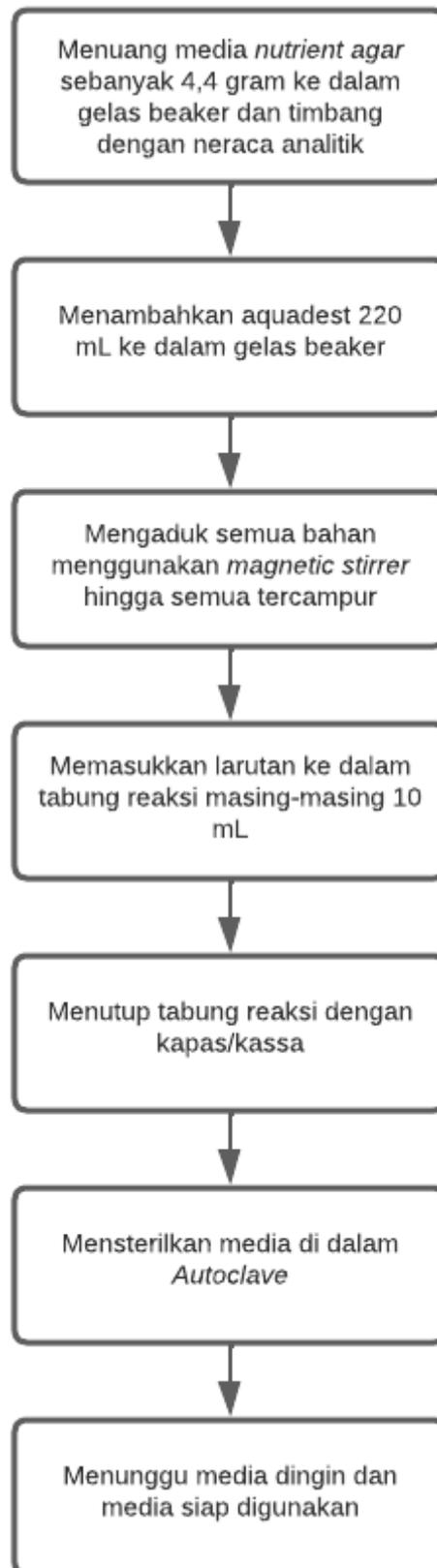
Pengambilan sampel dilakukan di 8 titik pada 3 lokasi yang berbeda, yaitu pada Masjid Ulil Albab, Perpustakaan, dan GOR Universitas Islam Indonesia. Untuk pengambilan sampel digunakan metode *purposive sampling* dengan menggunakan alat *microbial air sampler*. Semua alat yang digunakan sebelumnya harus dipastikan dalam kondisi steril. Setelah pengambilan sampel, sampel diberi parafilm dan dibungkus kembali menggunakan kertas coklat. Semua sampel diletakkan di dalam box dan dibawa ke laboratorium untuk diletakkan di inkubator yang sudah diatur suhunya masing-masing.

3.5 Media

Media yang digunakan untuk isolasi bakteri adalah media *Nutrient Agar* (NA) sedangkan untuk isolasi jamur yang digunakan adalah media *Potato Dextrose Agar* (PDA). Media NA merupakan media padat yang mengandung nitrogen sehingga cocok digunakan untuk perhitungan bakteri (Harti, 2015).

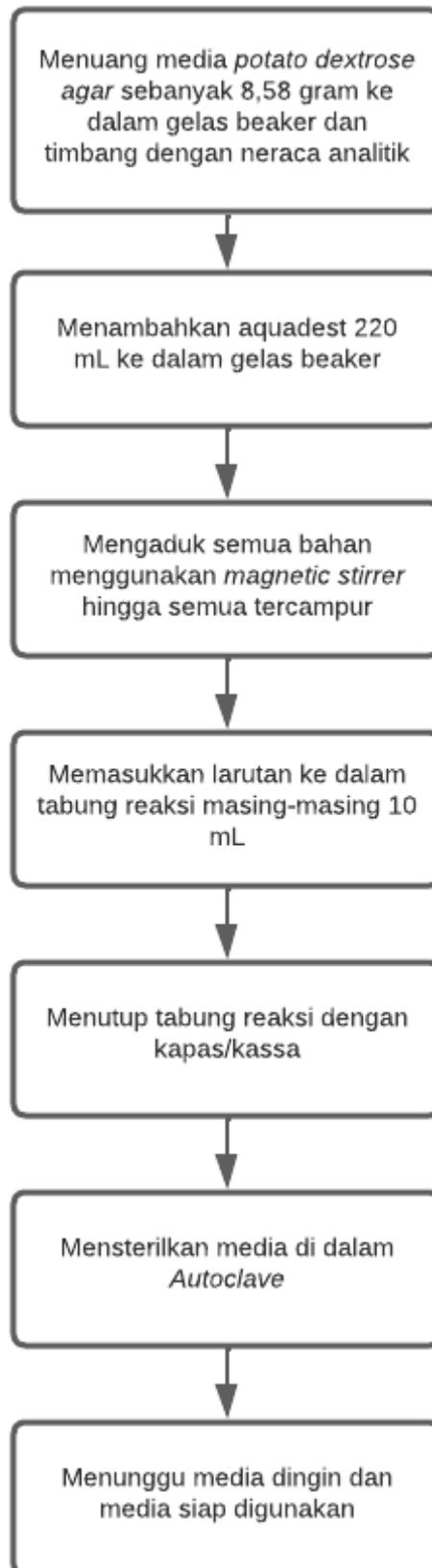
NA terbuat dari ekstrak daging sapi, pepton, NaCl, dan agar. Dalam pembuatannya media NA sudah ditambahkan pepton agar mikroba dapat tumbuh dengan cepat karna sudah mengandung banyak N₂ (gas nitrogen) (Harmita & Radji, 2008). PDA terbuat dari bahan alami kentang beserta bahan sintesis seperti dextrose dan agar. PDA Komposisi media PDA terdapat sumber karbohidrat yang diperoleh dari kentang, vitamin dan energi, sumber gula dan energi dari dextrose, dan agar sebagai media untuk memadatkannya. Media PDA ini cocok digunakan untuk menumbuhkan jamur dikarenakan memiliki pH yang netral yaitu 7 (Cappucino & Sherman, 2014) Masing-masing komponen sangat diperlukan bagi pertumbuhan dan perkembangbiakkan mikroba terutama jamur (Octavia & Wantini, 2018).

3.5.1 Pembuatan media NA



Gambar 3. 5 Tahapan Pembuatan Media *Nutrient Agar* (NA)

3.5.2 Pembuatan Media PDA



Gambar 3. 6 Tahapan Pembuatan Media *Potato Dextrose Agar* (PDA)

3.6 Pengumpulan Data

3.6.1 Suhu

Berdasarkan SNI 16-7061-2004 suhu ruangan diukur dengan menggunakan termometer. Namun, pada penelitian ini menggunakan alat barometer *3 in 1 LT Lutron MHB-382SD* dengan meletakkan barometer selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil pada ruangan pada beberapa titik sampel yang sama di setiap ruang. Pengukuran suhu ruangan dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam satu ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

3.6.2 Kelembaban

Menurut (Tjasyono, 2004), kelembaban ruangan diukur dengan menggunakan higrometer. Namun, pada penelitian ini menggunakan alat barometer *3 in 1 LT Lutron MHB-382SD* dengan meletakkan barometer selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil pada ruangan pada beberapa titik sampel yang sama di setiap ruang. Pengukuran suhu ruangan dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam satu ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

3.6.3 Pencahayaan

Berdasarkan SNI 16-7062-2004 pencahayaan diukur dengan menggunakan luxmeter. Namun, pada penelitian ini menggunakan alat anemometer *5 in 1 LT Lutron LM-8010* dengan meletakkan anemometer selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil pada ruangan pada beberapa titik sampel di setiap ruang. Pengukuran pencahayaan dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam satu ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

3.6.4 Bakteri

Pengumpulan data jumlah bakteri diukur dengan menggunakan *microbial air sampler* dengan meletakkan alat tersebut selama kurang

lebih 10 – 20 menit sebelumnya alat tersebut sudah diisi dengan cawan petri berisi media *nutrient agar* yang sudah disterilkan dalam autoklaf terlebih dahulu.

3.6.5 Jamur

Pengumpulan data jumlah bakteri diukur dengan menggunakan *microbial air sampler* dengan meletakkan alat tersebut selama kurang lebih 10 – 20 menit sebelumnya alat tersebut sudah diisi dengan cawan petri berisi media *Potato Dextrose Agar* yang sudah disterilkan dalam autoklaf terlebih dahulu.

3.7 Analisis Data

3.7.1 Inkubasi Media Setelah Pengambilan Sampel

Sampel bakteri yang telah diambil di inkubasi selama 7 x 24 jam pada suhu 37°C kemudian diidentifikasi morfologi bakteri dengan pewarnaan gram untuk melihat bentuk sel dan sifat bakteri terhadap zat warna dengan melakukan pengamatan menggunakan mikroskop dan akan dilakukan perhitungan koloni bakteri. Sampel jamur yang telah diambil di inkubasi selama 7 x 24 jam pada suhu 26°C kemudian diidentifikasi morfologi jamur dengan pewarnaan untuk melihat bentuk sel terhadap zat warna dengan melakukan pengamatan menggunakan mikroskop.

3.7.2 Perhitungan Bakteri

Untuk melakukan perhitungan bakteri, dapat dilakukan salah satu metode yang umumnya sering digunakan yaitu dengan mengukur jumlah sel yang ada dengan menggunakan metode hitung cawan (Total Plate Count). Prinsip metode hitungan cawan adalah jika sel jasad renik yang masih hidup ditumbuhkan pada media agar maka sel tersebut akan berkembang biak sehingga membentuk koloni, sehingga dapat dihitung langsung dengan mata tanpa menggunakan mikroskop (Fardiaz, 1989). Hasil pada perhitungan cawan ini dalam bentuk *Colony Forming Unit* (CFU), CFU ini menunjukkan jumlah koloni yang tumbuh pada sampel yang dihitung. Metode hitung cawan ini memiliki satuan CFU/m³ karena yang dihitung adalah koloni tunggal yang terdapat pada cawan. Setelah

dilakukannya inkubasi, akan terbentuk koloni pada cawan yang dimana jumlah yang terbaik ada diantara 30-300 koloni.

3.7.3 Pewarnaan Gram dan *Lactophenol Methylene Blue*

Pewarnaan gram bertujuan untuk membedakan bakteri tersebut termasuk kategori gram positif atau gram negatif. Untuk proses pewarnaan gram, bakteri akan diambil dan diletakkan pada kaca preparat sehingga membentuk lapisan tipis dan difiksasi. Lalu diberikan tetesan larutan kristal violet dan ditunggu selama 1 menit, lalu dicuci dengan air yang mengalir. Selanjutnya diberikan larutan iodine dan ditunggu selama 1 menit lagi. Setelah itu dibilas kembali menggunakan air yang mengalir. Lalu celupkan kedalam larutan alkohol 96% hingga warna pudar. Kemudian berikan tetesan larutan safranin dan tunggu lagi selama 1 menit, lalu cuci kembali dan biarkan mengering. Warna akhir akan menunjukkan hasil pengelompokkan bakteri tersebut, warna merah akan menunjukkan bakteri gram negatif dan warna ungu akan menunjukkan bakteri gram positif (Pelczar, 2007).

Untuk pewarnaan jamur digunakan pewarna *Lactophenol Methylene Blue*. Proses pewarnaan jamur ini cukup sederhana, koloni jamur yang akan diidentifikasi dapat diletakkan pada kaca preparate yang sebelumnya sudah dipastikan tidak adanya kontaminasi dari mikroba lain. Lalu berikan tetesan larutan *Lactophenol Methylene Blue* dan setelah itu berikan *coverglass* setelah itu dapat dilakukan identifikasi menggunakan mikroskop.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

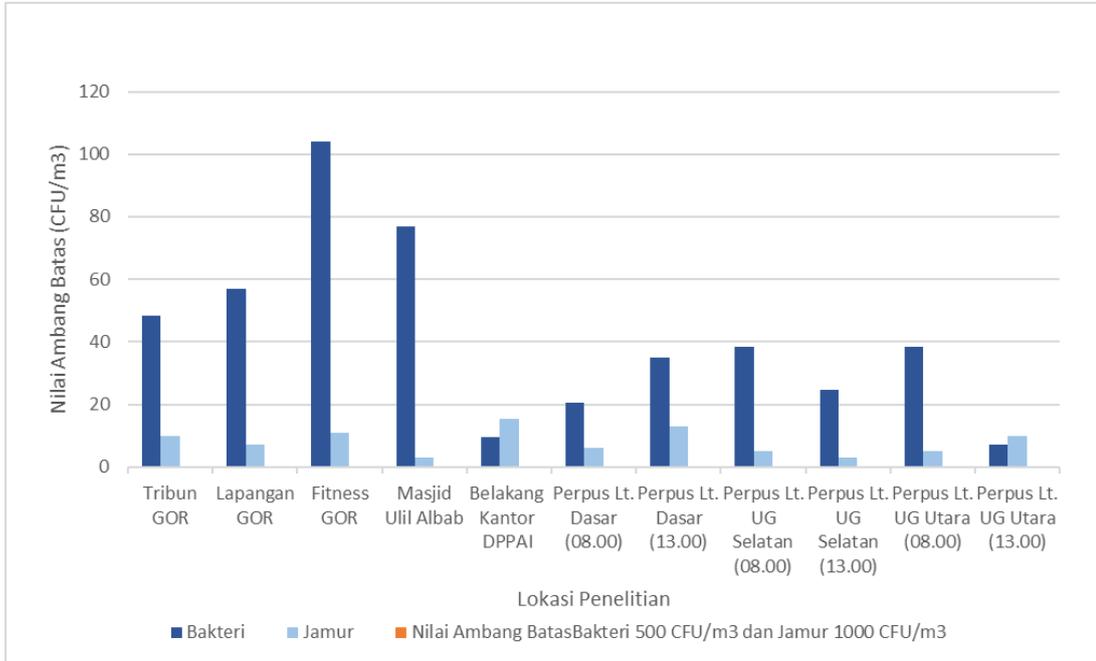
Kampus Umum Terpadu Universitas Islam Indonesia yang beralamat di Jalan Kaliurang Km 14,5, Krawitan, Umbulmartani, Ngemplak, Sleman, Daerah Istimewa, Yogyakarta memiliki 7 fakultas dan beberapa fasilitas umum penunjang lainnya, seperti Gelanggang Olahraga (GOR), Masjid Ulil Albab, dan Perpustakaan.

Lokasi yang digunakan pada penelitian ini adalah beberapa fasilitas umum yang terdapat di kampus, seperti Perpustakaan, GOR, dan Masjid Ulil Albab. Jumlah titik lokasi penelitian ada 8 titik yang terdiri dari 3 titik di Perpustakaan, 3 titik di GOR, dan 2 titik di Masjid Ulil Albab. Titik pengambilan data yang digunakan di Perpustakaan adalah Lantai UG bagian utara, Lantai UG bagian selatan, dan lantai LG. Pada Masjid Ulil albab, titik pengambilan data adalah pada lokasi tempat solat dan Kantor DPPAI. Sedangkan pada GOR, titik pengambilan data yang digunakan adalah di tribun, lapangan, dan gym. Data yang diambil dari masing-masing titik terdiri dari suhu, pencahayaan, dan kelembaban ruangan yang diukur bersamaan dengan pengambilan sampel udara untuk perhitungan jumlah koloni.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Pemeriksaan Jumlah Koloni Mikroba

Hasil Pemeriksaan jumlah koloni bakteri dan jamur yang dilakukan di Laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.1 :



Gambar 4. 1 Grafik Pengukuran Jumlah Bakteri dan Jamur dalam Ruangan

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan hasil pemeriksaan pada Laboratorium Bioteknologi Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia menunjukkan bahwa jumlah bakteri yang telah di inkubasi selama 7 x 24 jam memiliki rata-rata jumlah pertumbuhan yang berkisar antara 7 koloni/m³ hingga 104 koloni/m³. Jumlah jamur yang telah di inkubasi selama 14 x 24 jam memiliki rata-rata jumlah pertumbuhan yang berkisar antara 3 koloni/m³ hingga 16 koloni/m³. Berdasarkan nilai ambang batas yang tertera pada PerMenKes No. 48 Tahun 2016 bahwa maksimal jumlah koloni bakteri yang terdapat di dalam ruangan adalah 500 koloni/ m³ dan koloni jamur yang terdapat di dalam ruangan adalah 1000 koloni/ m³, didapatkan hasil bahwa dari keseluruhan ruangan yang diperiksa, jumlah koloni pada semua ruangan telah memenuhi syarat di bawah ambang batas.

4.2.2 Morfologi Mikroba dalam Ruangan

A. Bakteri

Untuk mengetahui morfologi dari koloni bakteri yang sudah di inkubasi perlu dilakukannya pewarnaan gram. Pewarnaan gram ini bertujuan untuk mengetahui bakteri tersebut termasuk kedalam bakteri gram positif atau bakteri gram negatif. Bakteri gram positif adalah bakteri yang mampu mempertahankan zat warna kristal violet sehingga akan menghasilkan warna ungu, sedangkan bakteri gram negatif tidak dapat mempertahankan zat warna kristal violet sehingga akan menghasilkan warna merah.

Berdasarkan dengan hasil dari pewarnaan gram pada bakteri yang sudah di inkubasi, kebanyakan memiliki hasil bakteri gram negatif dengan bentuk *coccus*, namun ada juga beberapa bakteri yang memiliki bentuk *bacil*. Hasil pewarnaan bakteri dapat dilihat pada Tabel 4.1 di bawah ini :

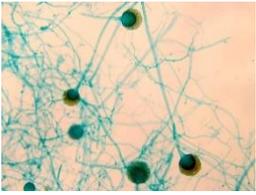
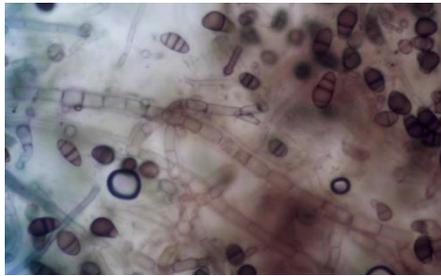
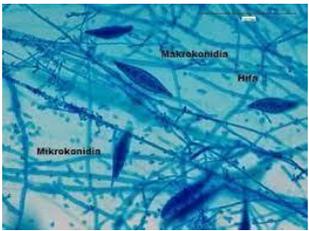
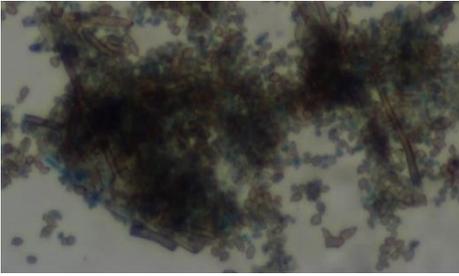
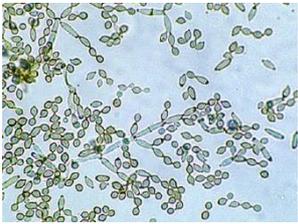
Tabel 4. 1 Hasil Morfologi Bakteri Dominan dalam Perbesaran Mikroskop 40x

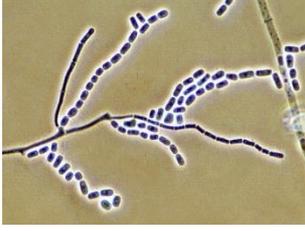
No.	Hasil Mikroskop	Hasil dan Bentuk Bakteri
1.		Bakteri gram – dan <i>coccus</i>
2.		Bakteri gram – dan <i>bacil</i>

B. Jamur

Untuk mengetahui morfologi dari koloni jamur yang sudah di inkubasi perlu dilakukannya pewarnaan gram. Salah satu pewarna untk identifikasi adanya jamur yang umum digunakan ialah *Lactophenol Methylene Blue*. Kelebihan menggunakan metode pewarnaan ini yaitu dapat dengan mudah dilakukan dan cepat, kelebihan lainnya yaitu dengan adanya warna biru dapat memberikan warna pada sel jamur sehingga dapat memperjelas latar belakang dan mempertajam struktur jamur (Jayanti & Jirna, 2018). Hasil identifikasi morfologi jamur dapat dilihat pada Tabel 4.2 di bawah ini :

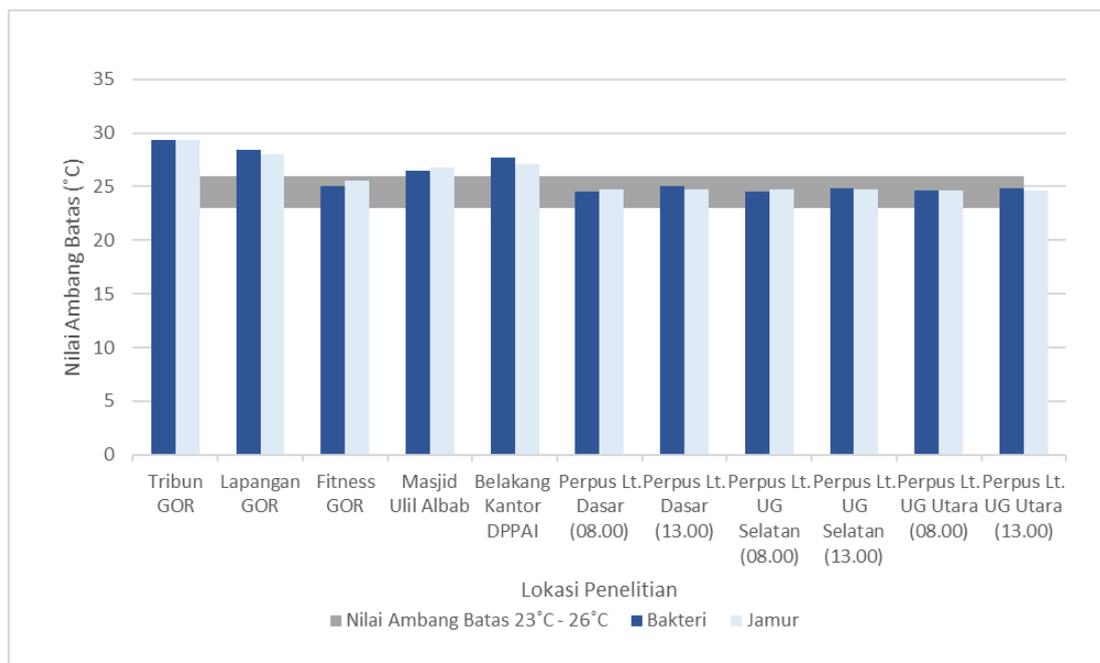
Tabel 4. 2 Hasil Morfologi Koloni Jamur dalam Perbesaran Mikroskop 40x

No	Hasil Mikroskop	Hasil Pemandangan	Genus
1.		 Morfologi sel <i>Rhizopus</i> https://digital.library.wisc.edu	<i>Rhizopus</i>
2.		 Morfologi sel <i>Microsporium</i> (Yuri, 2012)	<i>Microsporium</i>
3.		 Morfologi sel <i>Cladosporium</i> https://www.adelaide.edu.au/	<i>Cladosporium</i>

4.		 <p data-bbox="807 528 1161 631">Morfologi <i>Geotrichum</i> https://www.adelaide.edu.a u/</p>	<p data-bbox="1209 416 1362 450"><i>Geotrichum</i></p>
----	---	---	--

4.2.3 Hasil Kualitas Fisik

Pengambilan data dilakukan pada tanggal 7 – 13 Februari 2023. Data yang diperoleh terdiri dari hasil pengukuran suhu, pencahayaan, dan kelembaban yang berasal dari pengukuran langsung kualitas ruangan. Berdasarkan penelitian, hasil pengukuran data suhu, pencahayaan, kelembaban dan jumlah pengunjung ruangan adalah sebagai berikut.

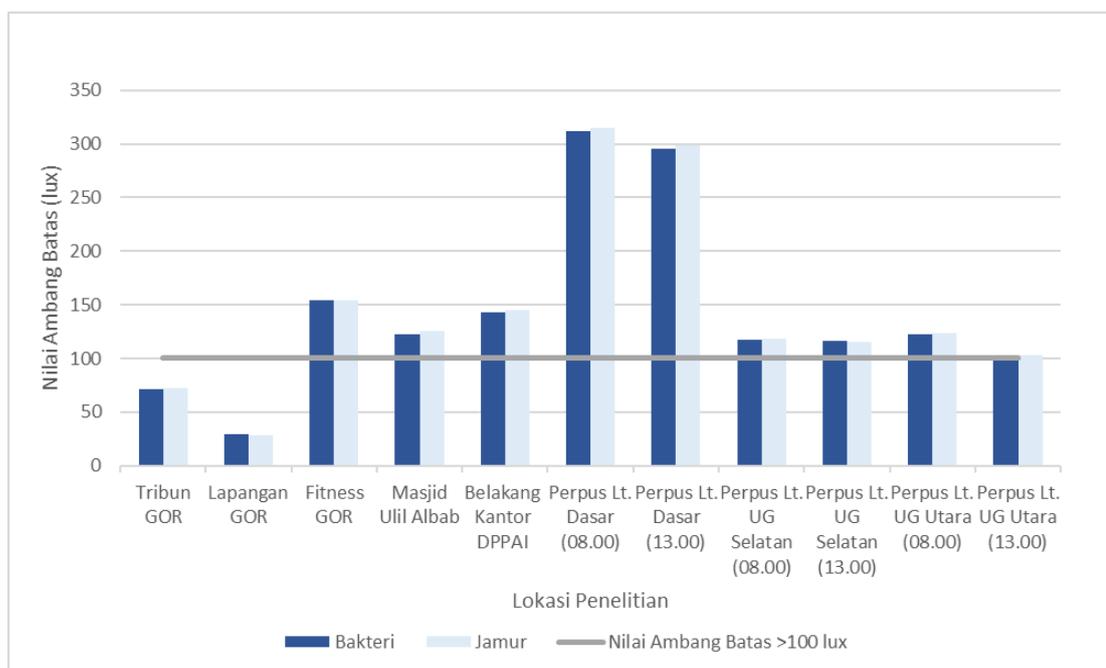


Gambar 4. 2 Hasil Pengukuran Suhu Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan Gambar 4.2 menunjukkan hasil pengukuran suhu dalam ruangan dengan mikroba. Untuk hasil pengukuran bakteri, menunjukkan bahwa rata-rata suhu ruangan berkisar antara 24,5°C hingga

29,35°C. Ruangan yang memiliki suhu paling rendah pada saat pengukuran adalah ruangan Lt. Dasar Perpustakaan dan Lt. UG Selatan Perpustakaan sedangkan ruangan yang memiliki suhu paling tinggi pada saat pengukuran adalah Tribun GOR. Untuk hasil pengukuran jamur, menunjukkan bahwa rata-rata suhu ruangan berkisar antara 24,6°C hingga 29,35°C. Ruangan yang memiliki suhu paling rendah pada saat pengukuran adalah ruangan Lt. UG Selatan Perpustakaan sedangkan ruangan yang memiliki suhu paling tinggi pada saat pengukuran adalah Tribun GOR. Berdasarkan nilai ambang batas yang tertera pada PerMenKes No 48 Tahun 2016 didapatkan hasil bahwa dari 11 ruangan yang dilakukan pengukuran terdapat 2 ruangan dari pengukuran bakteri dan 1 ruangan dari pengukuran jamur yang tidak memenuhi syarat suhu dalam ruangan.

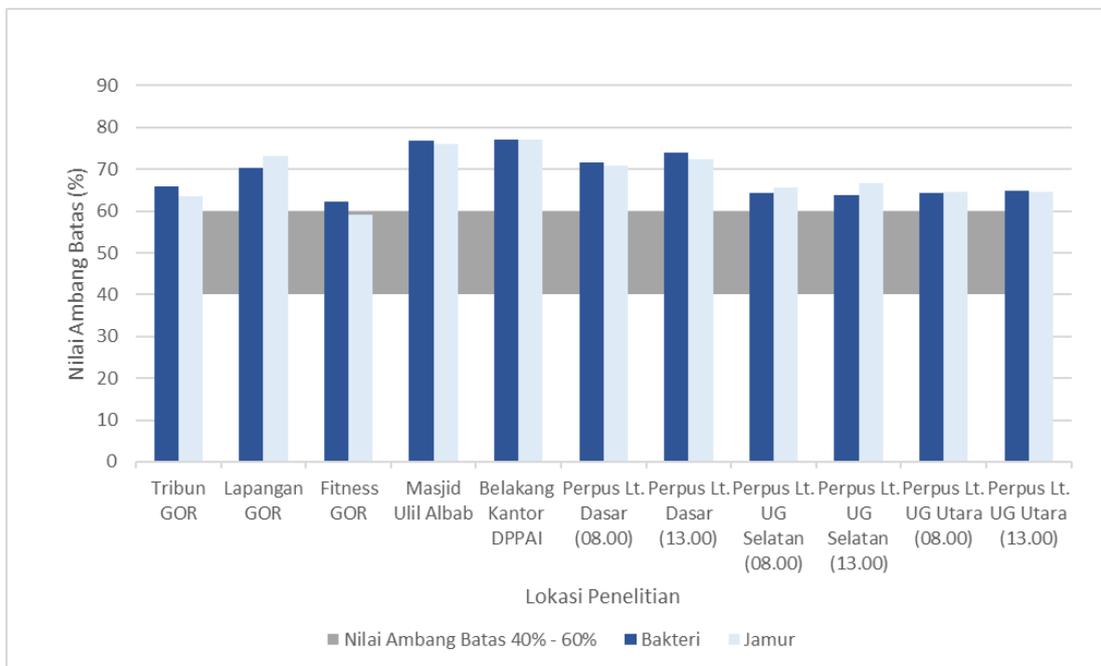


Gambar 4. 3 Hasil Pengukuran Pencahayaan Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan Gambar 4.3 menunjukkan hasil pengukuran pencahayaan dalam ruangan dengan mikroba. Untuk hasil pengukuran bakteri, pengukuran rata-rata pencahayaan berkisar antara 29 lux hingga 312 lux. Ruangan yang memiliki pencahayaan paling rendah adalah pada

Lapangan GOR sedangkan ruangan yang memiliki pencahayaan paling tinggi adalah ruangan pada Lt. Dasar Perpustakaan. Untuk hasil pengukuran jamur, pengukuran rata-rata pencahayaan berkisar antara 28 lux hingga 315 lux. Ruangan yang memiliki pencahayaan paling rendah adalah pada Lapangan GOR sedangkan ruangan yang memiliki pencahayaan paling tinggi adalah ruangan pada Lt. Dasar Perpustakaan. Berdasarkan nilai ambang batas yang tertera pada PerMenKes No 48 Tahun 2016 didapatkan hasil bahwa dari 11 ruangan yang dilakukan pengukuran terdapat 2 ruangan dari pengukuran bakteri dan jamur yang tidak memenuhi syarat pencahayaan dalam ruangan.

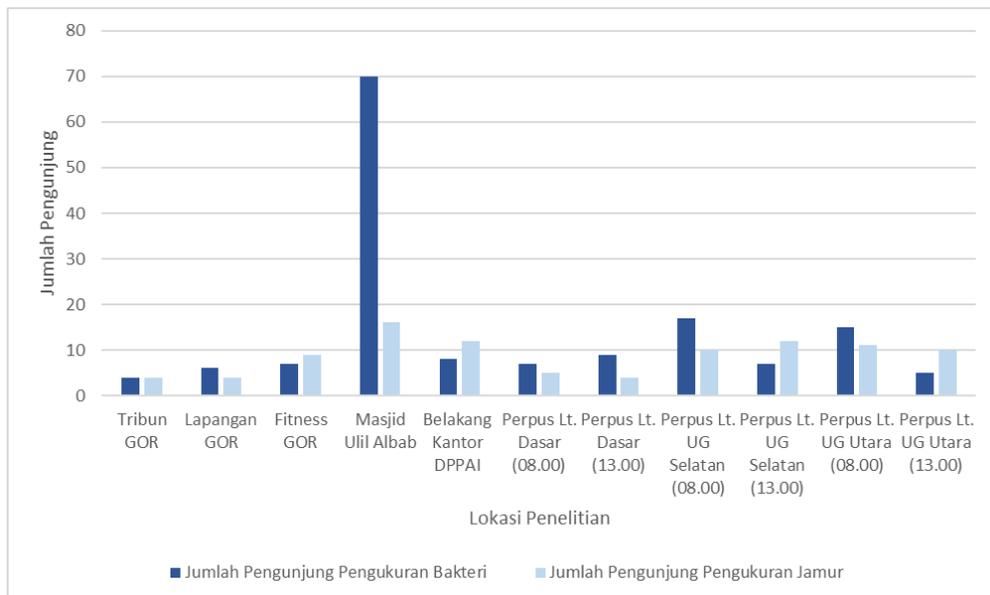


Gambar 4. 4 Hasil Pengukuran *Kelembaban* Ruangan pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan Gambar 4.4 menunjukkan hasil pengukuran kelembaban dalam ruangan dengan mikroba. Untuk hasil pengukuran bakteri, Pengukuran kelembaban memiliki nilai rata-rata berkisar diantara 62,15% hingga 77%. Ruangan yang memiliki kelembaban paling rendah pada saat pengukuran adalah Ruang Fitness sedangkan ruangan yang memiliki nilai kelembaban paling tinggi pada saat pengukuran adalah Ruangan Belakang Kantor DPPAI. Untuk hasil pengukuran jamur,

pengukuran kelembaban memiliki nilai rata-rata berkisar diantara 59,05% hingga 77,1%. Ruangan yang memiliki kelembaban paling rendah pada saat pengukuran adalah Ruang Fitness sedangkan ruangan yang memiliki nilai kelembaban paling tinggi pada saat pengukuran adalah Ruangan Belakang Kantor DPPAI. Berdasarkan nilai ambang batas yang tertera pada PerMenKes No 48 Tahun 2016 didapatkan hasil bahwa dari 11 ruangan yang dilakukan pengukuran hanya 1 ruangan pada saat pengukuran jamur yang memenuhi syarat di bawah nilai ambang batas.



Gambar 4. 5 Jumlah Pengunjung pada Saat Pengukuran Bakteri dan Jamur

Sumber : Data Primer, 2023

Berdasarkan dengan Gambar 4.5 menunjukkan bahwa pada saat pengukuran jumlah pengunjung yang berada di dalam ruangan. Untuk hasil pada saat pengukuran bakteri, ruangan yang banyak di datangi adalah pada tempat solat Masjid Ulil Albab yaitu hingga 70 lebih pengunjung yang datang. Sedangkan ruangan yang paling sedikit terdapat pengunjung pada saat pengukuran ialah Tribun GOR hanya 4 pengunjung. Untuk hasil pada saat pengukuran jamur, ruangan yang memiliki banyak pengunjung ialah tempat solat Masjid Ulil Albab yaitu sebanyak 16 pengunjung dan untuk ruangan yang memiliki sedikit pengunjung hanya 4 pengunjung.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Morfologi Mikroba dalam Ruangan

A. Bakteri

Berdasarkan dengan hasil pada tabel 4.1 terdapat hasil pada identifikasi morfologi yang telah dilakukan menggunakan mikroskop. Morfologi sel mikroba ini sangat penting untuk diketahui karena akan memberikan pemahaman untuk identifikasi bakteri berdasarkan genus. Perbedaan jenis sel bakteri ini dipengaruhi oleh peptidoglikan yang akan memberikan bentuk sel serta memberikan perlindungan pada bakteri.

Sebagian besar hasil morfologi ini adalah bakteri gram – dengan bentuk coccus/bacillus. Hal ini dapat ditunjukkan bahwasannya pada udara dalam ruangan terdapat *Escherichia coli*, *Pseudomonas*, dan bakteri lainnya yang belum teridentifikasi karena keterbatasan informasi yang diperoleh oleh peneliti untuk melakukan uji lebih lanjut agar bakteri ini dapat diidentifikasi. Bakteri ini mungkin dapat mengkontaminasi udara dalam ruangan dan dapat menyebabkan kerugian bagi para pengguna ruangan.

Escherichia coli merupakan bakteri gram negatif yang termasuk kedalam enterobacteriaceae. *E.coli* memiliki bentuk batang pendek dengan panjang sekitar 2 μm , diameter 0,7 μm , lebar 0,4-0,7 μm dan bersifat anaerob fakultatif (Kusuma, 2010). Walaupun bakteri *E. coli* digunakan untuk menganalisis air untuk menguji adanya pencemaran atau tidak, tetapi *E. coli* dapat ditemukan di alam sekitar. Penyebaran bakteri tidak hanya melalui air, melainkan dapat terjadi juga melalui cara kontak langsung seperti, bersentuhan, berjabat tangan, dan sebagainya lalu diteruskan melalui mulut (Melliawati, 2015). Bakteri ini dapat menyebabkan demam (panas) dan jika terdapat di dalam saluran pencernaan juga dapat menyebabkan diare. Bakteri ini dapat ditemukan di udara, namun bersifat sementara karena memiliki sifat patogen. Jika melebihi batas angka kuman, bakteri ini dapat masuk ke dalam saluran pernafasan kemudian beredar di dalam darah dan menyebabkan meningitis (Wahyuni, 2017).

Pseudomonas merupakan bakteri gram negatif yang berbentuk kokobasil atau batang. Bakteri *Pseudomonas* ini memiliki ukuran 0,6 x 2 µm, bersifat aerob, dan memiliki flagel tunggal atau 2-3 flagel (Apriani, 2018). Bakteri ini dapat melakukan persebaran yang luas dan besar. Biasanya bakteri ini ditemukan di lingkungan sekitar, terutama pada tempat yang lembab. *Pseudomonas* merupakan bakteri yang bersifat patogen, kemungkinan dapat menyebabkan infeksi pada individu yang ketahanan tubuhnya sedang menurun. Bakteri ini dapat menyebabkan infeksi pada saluran pernapasan, saluran kemih, infeksi mata, dan lain-lainnya. (Karsinah, Lucky, Suharto, & W. , 2005)

Bakteri-bakteri yang terdapat di dalam ruangan ini dapat dihasilkan dari kegiatan yang ada di dalam ruangan. Koloni bakteri terbanyak yang dihasilkan dari pengukuran didapatkan dari ruangan fitness di GOR, dikarenakan pada saat pengukuran dilakukan pada pagi hari dimana pada waktu tersebut banyak pengunjung yang datang untuk berolahraga. Pertumbuhan bakteri sangat cepat pada ruangan ini dikarenakan ruangan ini sering kali dikunjungi dan memiliki aktivitas yang lumayan padat di dalamnya, bahkan walaupun menggunakan *air conditioner* agar dapat menjaga suhu di dalam ruangan tetap saja orang yang berolahraga akan mengeluarkan keringat pada saat berolahraga. Hal inilah yang memicu pertumbuhan bakteri pada ruangan fitness ini.

B. Jamur

Hasil pemeriksaan morfologi jamur yang telah dilakukan dengan pewarnaan menggunakan *Lactophenol Metyhlene Blue* dan dilakukan pengamatan dengan mikroskop perbesaran 40x, telah ditemukan beberapa spesies jamur. Diantaranya adalah :

1. Rhizopus

Rhizopus dapat dengan mudah ditemukan di dalam ruangan, terutama menempel pada furniture seperti meja atau lemari (Budiarti, Noormuthmainah, & Lao , 2019). *Rhizopus* memiliki miselium yang bercabang banyak dan tidak bersekat dan jamur ini bereproduksi secara seksual dan aseksual. *Rhizopus* dapat merugikan manusia jika

terkontaminasi karena dapat menyebabkan asma dan pneumonitis, selain itu juga dapat menyebabkan infeksi pada kulit, mata, dan sinus paranasal (Budiarti, Noormuthmainah, & Lao, 2019).

2. *Microsporum*

Microsporum adalah jamur yang bereproduksi secara aseksual. Jamur jenis ini merupakan jamur yang dapat menyebabkan penyakit kulit seperti panu. *Microsporum* umumnya ditemukan pada iklim yang lembab dan hangat. Spesies ini memiliki makrokonidia multiseluler dengan dinding dan duri yang tebal dan kasar. Makrokonidia menyerupai tong dengan ujung asimetris dengan panjang 10-50 μm dan terdiri dari 6-15 sel (Ellis, 2013). *Microsporum* sering menjadi penyebab kurap pada manusia. (Indrawati & Fakhrudin, 2016).

3. *Cladosporium*

Cladosporium memiliki koloni yang melingkar dan menyebar ke segala arah dengan sangat cepat. Menurut (Fröhlich-Nowoisky, Pickersgill, Després, & Poschl, 2009), konsentrasi *Cladosporium* di atmosfer bahkan berkisar hingga 10.000 spora per m^3 . Ciri mikroskopis *Cladosporium* adalah memiliki konidia yang berbentuk elips dan oval serta membentuk seperti rantai. Sedangkan ciri makroskopis *Cladosporium* yaitu memiliki konidia yang berbentuk lonjong dan oval serta membentuk rantai berwarna coklat. Karena memiliki ukuran yang kecil, *Cladosporium* dapat dengan mudah mencapai saluran pernapasan, termasuk paru-paru (Lee & Liao, 2014). Akibat lainnya yang dapat ditimbulkan adalah alergi pada saluran pernapasan, seperti sinusitis, rhinitis, asma jamur, dan alergi alveolitis (Knutsen, dkk., 2012).

4. *Geotrichum*

Geotrichum memiliki bentuk seperti silinder, memiliki ukuran yang cukup bervariasi. Secara makroskopis jamur *Geotrichum* memiliki bentuk yang datar dan berwarna putih hingga krem. Ukurannya sekitar 6-12 x 3-6 μm (Ellis, 2013). *Geotrichum* dapat menyebabkan penyakit pada manusia yang memiliki sistem imun rendah. Secara klinis, jamur ini mirip dengan

kandiasis karena dapat menyebabkan infeksi mulut, kulit, atau infeksi sistemik. (Indrawati & Fakhrudin, 2016)

Hasil koloni jamur terbanyak yang didapatkan dari pengukuran adalah di belakang kantor DPPAI Masjid Ulil Albab. Pada saat pengukuran dilakukan, sering sekali orang berlalu lalang di sekitar dan juga ada beberapa orang yang duduk menunggu di kursi depan ruangan, sehingga kemungkinan dapat menghasilkan jumlah koloni terbanyak diantara ruangan lainnya.

4.3.2 Faktor Kualitas Fisik

A. Bakteri

Berdasarkan dengan PerMenKes No 48 Tahun 2016 hasil pengukuran suhu, terdapat 10 ruangan yang telah memenuhi persyaratan. Suhu di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor kondisi, salah satunya adalah kegiatan di dalam ruangan tersebut. Semakin padat kegiatan di dalam ruangan maka kemungkinan suhu akan meningkat. Namun, ada kemungkinan juga dikarenakan pengaruh cuaca, kemungkinan pada siang hari akan lebih panas dibandingkan dengan cuaca di pagi hari. Hal ini dibuktikan dengan pada saat pengambilan suhu, suhu yang paling tinggi terdapat pada ruangan Tribun di GOR, dikarenakan pada saat pengambilan suhu dilakukan di siang hari dan saat cuaca sedang cerah.

Hasil pengukuran pencahayaan terdapat 9 ruangan yang telah memenuhi syarat dan 2 ruangan yang tidak memenuhi syarat dalam ruangan. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh faktor cuaca pada saat pengambilan data. Ruangan yang tidak memenuhi syarat berada di Tribun GOR dan Lapangan GOR. Pada saat pengambilan sampel, lampu di dalam GOR tidak dinyalakan sehingga hanya menggunakan pencahayaan yang diperoleh melalui celah-celah jendela sekitar. Namun, pada ruangan lainnya yang telah memenuhi syarat, pencahayaan di dalam ruangan juga dibantu oleh pencahayaan lampu sehingga pencahayaan dalam ruangan tercukupi.

Hasil pengukuran kelembaban keseluruhan ruangan memiliki kelembaban diatas nilai ambang batas. Semakin tinggi kelembaban udara, semakin tinggi pula uap air di udara. Uap air yang tinggi akan memiliki peran dalam pertumbuhan bakteri dikarenakan uap air merupakan media dimana bakteri dapat bertahan hidup (Jjemba, 2004). Faktor yang mempengaruhi kelembaban dikarenakan kondisi ruangan. Seperti konstruksi bangunan yang tidak baik dikarenakan lantai dan dinding yang tidak kedap air dan juga kurangnya pencahayaan baik buatan maupun alami (Fitria, 2008). Faktor lain seperti banyaknya furniture dalam ruangan juga memungkinkan untuk menjadi faktor keberadaan dalam ruangan. Penggunaan AC pun juga dapat mempengaruhi kelembaban ruangan karena fungsi AC adalah untuk mengatur kelembaban ruangan. Jika AC yang digunakan tidak berfungsi secara efektif maka dapat mempengaruhi kualitas fisik ruangan tersebut.

B. Jamur

Hasil yang sama didapatkan pada saat pengukuran suhu. Berdasarkan dengan PerMenKes No 48 Tahun 2016 terdapat 10 ruangan yang telah memenuhi persyaratan. Suhu di dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor kondisi, salah satunya adalah kegiatan di dalam ruangan tersebut. Semakin padat kegiatan di dalam ruangan maka kemungkinan suhu akan meningkat. Namun, ada kemungkinan juga dikarenakan pengaruh cuaca, kemungkinan pada siang hari akan lebih panas dibandingkan dengan cuaca di pagi hari. Hal ini dibuktikan dengan pada saat pengambilan suhu, suhu yang paling tinggi terdapat pada ruangan Tribun di GOR, dikarenakan pada saat pengambilan suhu dilakukan di siang hari dan saat cuaca sedang cerah.

Hasil pengukuran pencahayaan juga memiliki kesamaan seperti pada saat pengukuran pencahayaan pada saat pengukuran bakteri, terdapat 9 ruangan yang telah memenuhi syarat dan 2 ruangan yang tidak memenuhi syarat dalam ruangan. Hal ini mungkin dipengaruhi oleh faktor cuaca pada saat pengambilan data. Ruangan yang tidak memenuhi syarat berada di Tribun GOR dan Lapangan GOR. Pada saat pengambilan sampel, lampu

di dalam GOR tidak dinyalakan sehingga hanya menggunakan pencahayaan yang diperoleh melalui celah-celah jendela sekitar. Namun, pada ruangan lainnya yang telah memenuhi syarat, pencahayaan di dalam ruangan juga dibantu oleh pencahayaan lampu sehingga pencahayaan dalam ruangan tercukupi.

Hasil pengukuran kelembaban hampir keseluruhan ruangan memiliki kelembaban diatas nilai ambang batas. Hanya terdapat 1 ruangan yang memiliki nilai dibawah ambang batas dengan hasil pengukuran 59,05%.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka didapatkan suatu simpulan dan saran sebagai berikut.

5.1 Kesimpulan

1. Berdasarkan dengan hasil penelitian, kualitas udara di dalam ruangan penelitian memiliki kualitas yang baik. Pada 11 lokasi penelitian, konsentrasi bakteri dan jamur masih memenuhi standar dibawah 500 CFU/m³ dan 1000 CFU/m³ yang telah ditetapkan pada PerMenKes No. 48 Tahun 2016. Ruangan yang memiliki kualitas yang paling baik dinilai dari segi pertumbuhan mikroba dan juga kualitas fisik adalah ruangan-ruangan di Perpustakaan.
2. Jenis bakteri yang berhasil diidentifikasi di udara dalam ruangan pada lokasi penelitian adalah *Escherichia* dan *Pseudomonas* sedangkan jenis jamur yang berhasil diidentifikasi *Rhizopus*, *Microsporum*, *Cladosporium*, dan *Geotrichum*.
3. Berdasarkan dengan hasil identifikasi jamur dan bakteri, faktor yang berpengaruh untuk mengakibatkan pertumbuhan bakteri dan jamur adalah faktor kepadatan penghuni dan aktivitas di dalam ruangan, suhu, pencahayaan, dan kelembaban. Secara klinis, bakteri dan jamur yang berhasil diidentifikasi akan mengakibatkan penyakit, seperti penyakit pernapasan, infeksi kulit, bahkan hingga meningitis.

5.2 Saran

1. Bagi instansi sebaiknya memperhatikan kondisi di dalam ruangan, seperti kebersihan ruangan, pencahayaan ruangan, dan ventilasi ruangan sehingga ruangan dapat dengan nyaman digunakan. Pihak kampus mungkin dapat juga melakukan pembersihan AC untuk ruangan-ruangan yang menggunakan AC dan juga pembersihan karpet pada ruangan yang menggunakan karpet secara berkala.
2. Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian sejenis yang lebih detil dan teliti dengan metodologi yang lebih sempurna serta menggunakan media yang lebih spesifik agar bakteri dan jamur yang

ingin di teliti akan lebih spesifik, juga memvariasikan waktu pengambilan sampel agar dapat dibandingkan dengan jelas.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR PUSTAKA

- Anies. (2006). *Waspada Ancaman Penyakit Tidak Menular Solusi Pencegahan dari Aspek Perilaku dan Lingkungan*. Jakarta: PT. Flex Media Komputindo.
- Apriani, D. (2018). Identifikasi *Pseudomonas* sp. pada Penderita Ulkus Diabetikum di Rumah Sakit Umum Pusat H. Adam Malik Medan.
- ASHRAE. (2001). *Ventilation for Acceptable Indoor Air Quality*. Atlanta: ASHRAE Customer Service.
- Budiarti, L. Y., Noormuthmainah, & Lao, R. (2019). Jenis bakteri dan jamur kontaminan udara di ruang perawatan sub Bagian Penyakit Dalam Rumah Sakit Umum Daerah Banjarbaru. *YARSI Medical Journal*.
- Cappucino, J. G., & Sherman, N. (2014). *Microbiology : A Laboratory Manual*. Benjamin-Cummings Publishing Company.
- Couvert, O., Divanac'h, M., Lochardet, A., Thuault, D., & Huchet, V. (2019). Modelling the effect of oxygen concentration on bacterial growth rates. *Food microbiology* 77, 21-25.
- Ellis, D. (2013). *Microbiology Canis*. Hämtat från Mycology Online. Adelaide (AU): <https://www.adelaide.edu.au/mycology/>
- Fardiaz, S. (1989). *Mikrobiologi Pangan*. Bogor: PAU Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.
- Fardiaz, S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitria, L. (2008). Kualitas Udara dalam Ruangan Perpustakaan Universitas X ditinjau dari Kualitas Biologi, Fisik, dan Kimiawi. *Makara Kesehatan Vol. 12*, 77-83.
- Fröhlich-Nowoisky, J., Pickersgill, D., Després, V., & Poschl, U. (2009). High diversity of fungi in air particulate matter. 12814-12819.
- Gandjar, I., Wellyzar, S., & Oetari, A. (2006). *Mikologi Dasar dan Terapan*. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Harmita, & Radji, M. (2008). *Analisis Hayati*. Jakarta: EGC.
- Harti, A. S. (2015). *Mikrobiologi Kesehatan Peran Mikrobiologi Dalam Kesehatan*. Yogyakarta: CV. Andi Offset.
- Hayleeyesus, S. F., & Manaye, A. M. (2014). Microbiological Quality of Indoor Air in University Libraries. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*.
- Idham, M. (2001). *Manajemen Kualitas Udara dalam Gedung Bertingkat*. Jakarta: Hiperkes.
- Indrawati, I., & Fakhrudin, S. D. (2016). Indrawati, I., & Fakhrudin, S. D. (2016). Isolasi dan identifikasi jamur patogen pada air sumur dan air sungai di Pemukiman Warga Desa Karangwangi, Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Biodjati*, 27-38.
- Jawetz, A. M. (2008). *Medical Microbiology*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Jayanti, N. S., & Jirna, I. N. (2018). Isolasi *Candida albicans* Dari Swab Mukosa Mulut Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Teknologi Laboratorim*.
- Jjemba, P. K. (2004). *Environmental Microbiology Principles and Applications*. New Hampshire: Science Publisher.
- Karsinah, M., L. H., Suharto, & W. , M. H. (2005). *Buku Ajar Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Binarupa Aksara.

- Knutsen, A. P., Bush, R. K., Demain, J. G., Denning, D. W., Dixit, A., Fairs, A., . . . Wardlaw, A. J. (2012). Fungi and allergic lower respiratory tract disease. 280-291.
- Kusuma, S. A. (2010). *Escherichia coli*. *Makalah*.
- Lee, S., & Liao, C. (2014). Size-selective assessment of agricultural workers' personal exposure to airborne fungi and fungal fragments. *Total Environ*, 725-732.
- Melliawati, R. (2015). *Escherichia coli* dalam Kehidupan Manusia. *BioTrends*, 10-14.
- Nasri, M. S., Lestari, F., & Hikmat, D. (1998). Investigasi dan Pengendalian Teknis Kualitas Udara Lingkungan Kerja Gedung Bertingkat, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.
- Octavia, A., & Wantini, S. (2018). Perbandingan Pertumbuhan Jamur *Aspergillus flavus* Pada Media PDA (Potato Dextrose Agar) dan Media Alternatif Singkong (*Manihot esculenta* Crantz). *Jurnal Analis Kesehatan* 6.2, 625-631.
- Pelczar, M. J. (2007). *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: UI Press.
- Pommerville, J. C. (2007). *Alcamo's Laboratory Fundamentals of Microbiology. Eight*. Jones and Bartlett Publisher.
- Puspitasari, F., Shovitri, M., & Kuswytasari, N. (2012). Isolasi dan Karakteristik Bakteri Aerob Proteolitik dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*.
- Rachmatantri, I. (2015). Pengaruh Penggunaan Ventilasi (AC dan Non-AC) Terhadap Keberadaan Mikroorganisme Udara di Ruang Perpustakaan.
- Robert, R. (1995). *Basic Medical Microbiology. 5th ed USA*. USA : Brown and Company inc.,.
- Subaris, H. (2011). *Hygiene Lingkungan Kerja*. Yogyakarta: Mitra Cendikia.
- Suriawiria, U. (2005). *Pengantar Mikrobiologi*. Bandung: Penerbit Angkasa.
- Tjasyono, B. (2004). *Klimatologi*. Bandung: Penerbit ITB.
- Todar, K. (2002). *Online Textbook of Bacteriology Bacteriology 330 Lecture Topics: Pseudomonas aeruginosa*. USA: Annual Reports of Wisconsin University USA.
- Wahyuni, R. D. (2017). Identifikasi Bakteri Udara pada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Undata Palu. *Jurnal Kesehatan Tadulako Vol. 3 No. 1*, 1-84.
- Waluyo, L. (2009). *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Waluyo, L. (2019). *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Widmer, P., & Frick, H. (2010). *Hak Konsumen dan Ekolabel*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Zulkarnain H, I. (1999). *Infeksi Nosokomial Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid 1*. Jakarta: FK UI.

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

LAMPIRAN

LAMPIRAN TABEL

Lampiran 1 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di GOR

Lokasi	Media	Suhu	Kelembaban	Jumlah pengunjung	Jumlah Koloni
Tribun	NA	29,5	64,9	2	52
		29,2	67,1	2	45
	PDA	29,2	63,6	2	17
		29,5	63,5	2	3
Lapangan	NA	28,6	68,5	2	55
		28,2	72,1	2	59
	PDA	28	73,2	2	5
		28	73,4	2	9
Fitness	NA	24,9	62,9	2	121
		25,1	61,4	2	87
	PDA	25,7	60,6	9	12
		25,4	57,5	7	10

Lampiran 2 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Masjid Ulil Albab

Lokasi	Media	Suhu	Kelembaban	Jumlah pengunjung	Jumlah Koloni
Tempat Solat	NA	26,4	77,2	40+	75
		26,6	76,7	28	79
	PDA	26,6	76,2	16	4
		26,9	75,7	8	2
Belakang kantor DPPAI	NA	27,8	77,1	8	16
		27,6	76,9	4	3
	PDA	27,2	74,6	12	20
		26,9	79,6	4	11

Lampiran 3 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Perpustakaan Waktu Pagi

Lokasi	Media	Suhu	Kelembaban	Jumlah pengunjung	Jumlah Koloni
Lt. Dasar	NA	24,5	71,9	4	24
		24,6	71,2	3	17
	PDA	24,6	69,8	5	8
		24,9	71,8	2	4
Lt. UG Selatan (cewe)	NA	24,6	64,1	12	2
		24,5	64,6	6	75
	PDA	24,6	66,9	7	6
		24,8	64,6	10	4
Lt. UG Utara (cowo)	NA	24,6	64,2	11	57
		24,6	64,6	10	20
	PDA	24,6	64,6	11	4
		24,7	64,6	10	6

Lampiran 4 Hasil Pengukuran Suhu, Kelembaban, Jumlah Pengunjung, dan Jumlah Koloni di Perpustakaan Waktu Siang

Lokasi	Media	Suhu	Kelembaban	Jumlah pengunjung	Jumlah Koloni
Lt. Dasar	NA	25,1	74,1	5	27
		25,1	73,7	6	43
	PDA	24,9	74	2	13
		24,5	70,9	4	13
Lt. UG Selatan (cewe)	NA	24,8	63,9	9	37
		24,8	63,7	13	12
	PDA	24,7	66,2	12	1
		24,8	67	12	5
Lt. UG Utara (cowo)	NA	24,9	64,3	6	12
		24,7	65,3	9	2
	PDA	24,6	64,1	9	14
		24,6	65,2	10	6

Lampiran 5 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Gor Pada Saat Pengukuran Bakteri

Pencahayaan		
Tribun		
94	170	50
64	115	58
67	95	65
66	74	66
43	62	68
43	55	71
45	58	75
44	54	81
42	61	85
40	70	82
46	82	78
54	105	56
85	178	32
Pencahayaan		
Lapangan		
24	14	10
26	23	13
38	41	21
45	51	27
46	50	25
41	48	26
42	42	27
41	28	26
34	22	24
21	16	17
11	10	11
Pencahayaan		
R. Fitness		
103		
184		
161		
96		
187		
158		
145		
180		
97		
226		
179		
128		

Lampiran 6 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Gor Pada Saat Pengukuran Jamur

Pencahayaan		
Tribun		
95	172	50
65	117	60
67	96	65
68	73	66
42	60	68
45	58	70
46	60	75
45	56	80
40	60	85
42	72	81
48	85	78
56	99	54
83	178	30
Pencahayaan		
Lapangan		
24	15	10
26	25	13
38	40	20
45	50	27
46	52	25
41	48	26
42	40	27
41	28	25
34	22	24
21	16	16
11	10	11
Pencahayaan		
R. Fitness		
103		
184		
161		
96		
187		
158		
145		
180		
97		
226		
179		
128		

Lampiran 7 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Masjid Ulil Albab Pada Saat Pengukuran Bakteri

Pencahayaan	Pencahayaan
Tempat solat (dekat pembatas)	Sebelah kantor DPPAI
70	139
72	189
56	259
60	138
89	132
78	128
156	81
167	93
170	144
185	140
190	138
187	132

Lampiran 8 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Masjid Ulil Albab Pada Saat Pengukuran Jamur

Pencahayaan	Pencahayaan
Tempat solat (dekat pembatas)	Sebelah kantor DPPAI
72	140
75	190
58	260
60	140
90	135
80	130
158	85
170	95
175	145
190	142
192	140
188	134

Lampiran 9 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Bakteri di Pagi Hari

Pencahayaan				
Lt. UG (Selatan) Pagi				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
180	163	80	110	122
23	28	94	98	66
26	42	155	188	202

98	56	216	212	228
60	43	240	185	161
24	111	37	155	121
Pencahayaan				
Lt. UG (Utara) Pagi				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
236	144	44	193	98
167	81	27	55	27
219	60	91	68	37
87	158	162	174	34
167	167	178	84	78
49	214	215	238	151
Pencahayaan				
Lt. Dasar				
Atas	Tengah	Bawah		
91	80	470		
110	94	-		
245	155	-		
505	216	234		
920	240	1152		
973	37	213		
623	35	304		

Lampiran 10 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Bakteri di Siang Hari

Pencahayaan				
Lt. UG (Selatan) Siang				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
24	29	24	79	78
10	19	71	93	71
20	33	137	195	287
150	55	198	246	215
94	107	225	161	137
147	111	174	107	169
Pencahayaan				
Lt. UG (Utara) Siang				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
98	100	26	176	77
106	74	23	62	18
140	132	88	40	25
51	151	187	109	35
192	206	188	92	46
65	188	163	114	89
Pencahayaan				
Lt. Dasar				
Atas	Tengah	Bawah		

90	130	460
54	62	-
70	101	-
413	325	245
802	430	400
832	342	239
312	149	170

Lampiran 11 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Jamur di Pagi Hari

Pencahayaan				
Lt. UG (Selatan) Pagi				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
182	168	80	110	122
25	30	95	100	66
28	40	155	188	202
100	57	215	215	228
62	44	240	185	161
25	111	38	155	121
Pencahayaan				
Lt. UG (Utara) Pagi				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
240	145	45	190	98
170	80	28	55	27
218	60	90	70	35
88	160	160	174	34
166	166	177	85	80
50	215	215	238	150
Pencahayaan				
Lt. Dasar				
Atas	Tengah	Bawah		
95	80	480		
110	95	-		
245	155	-		
508	220	240		
922	240	1232		
982	37	215		
630	35	310		

Lampiran 12 Hasil Pengukuran Pencahayaan di Perpustakaan Pada Saat Pengukuran Jamur di Siang Hari

Pencahayaan				
Lt. UG (Selatan) Siang				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
25	30	25	79	78

12	20	70	90	71
19	35	135	195	287
150	55	195	246	215
90	105	225	161	137
150	111	174	107	169
Pencahayaan				
Lt. UG (Utara) Siang				
Kiri	Kiri	Alat	Kanan	Kanan
100	100	30	177	77
105	75	25	63	21
140	132	88	40	25
50	155	187	107	35
192	207	188	92	47
65	188	165	114	89
Pencahayaan				
Lt. Dasar				
Atas	Tengah	Bawah		
92	130	460		
56	62			
70	101			
420	325	245		
810	445	400		
835	352	239		
312	155	170		

Lampiran 13 Rata-rata Hasil Pengukuran Bakteri

No	Ruangan	Sampel	Waktu	Rata-rata Suhu	Rata-rata Pencahayaan	Rata-rata Kelembaban	Rata-rata Jumlah Koloni
1	Tribun	NA	Siang	29,35	71	66	49
2	Lapangan	NA	Siang	28,4	29	70,3	57
3	Fitness	NA	Pagi	25	154	62,15	104
4	Tempat Solat	NA	Siang	26,5	123	76,95	77
5	Belakang Kantor DPPAI	NA	Siang	27,7	143	77	10
6	Lt. Dasar	NA	Pagi	24,55	312	71,55	21
7			Siang	25,1	296	73,9	35
8	Lt. UG Selatan (cewe)	NA	Pagi	24,55	117	64,35	39
9			Siang	24,8	116	63,8	25
10	Lt. UG Utara (cowo)	NA	Pagi	24,6	123	64,4	39
			Siang	24,8	102	64,8	7

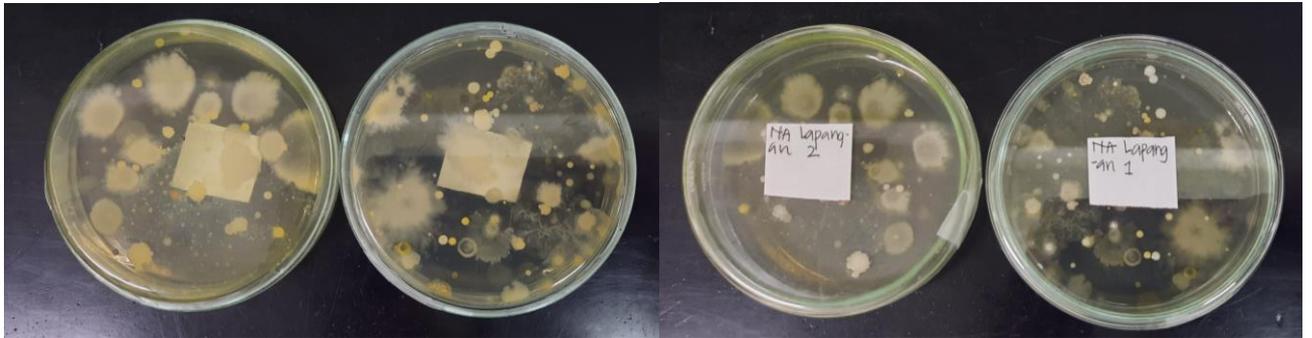
Lampiran 14 Rata-rata Hasil Pengukuran Jamur

No	Ruangan	Sampel	Waktu	Rata-rata Suhu	Rata-rata Pencahayaan	Rata-rata Kelembaban	Rata-rata Jumlah Koloni
1	Tribun	PDA	Siang	29,35	72	63,55	10
2	Lapangan	PDA	Siang	28	28	73,3	7
3	Fitness	PDA	Pagi	25,55	154	59,05	11
4	Tempat Solat	PDA	Siang	26,75	126	75,95	3
5	Belakang Kantor DPPAI	PDA	Siang	27,05	145	77,1	16
6	Lt. Dasar	PDA	Pagi	24,75	315	70,8	6
7			Siang	24,7	299	72,45	13

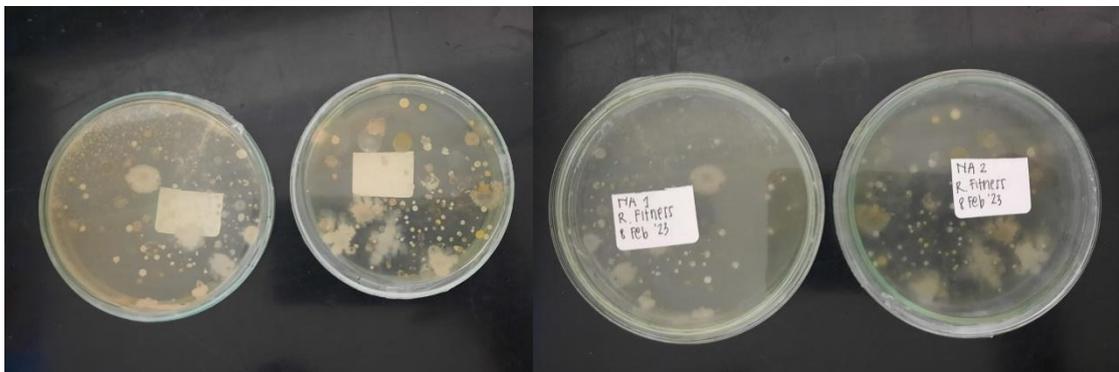
8	Lt. UG Selatan (cewe)	PDA	Pagi	24,7	118	65,75	5
9			Siang	24,75	115	66,6	3
10	Lt. UG Utara (cowo)	PDA	Pagi	24,65	124	64,6	5
11			Siang	24,6	103	64,65	10

LAMPIRAN GAMBAR

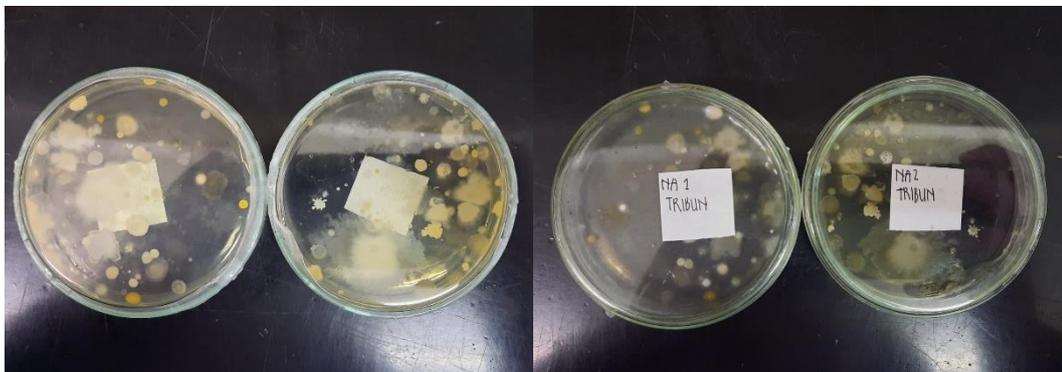
Lampiran 15 Hasil Inkubasi Bakteri di GOR, (A) Lapangan, (B) R. Fitness, (C) Tribun



(A)

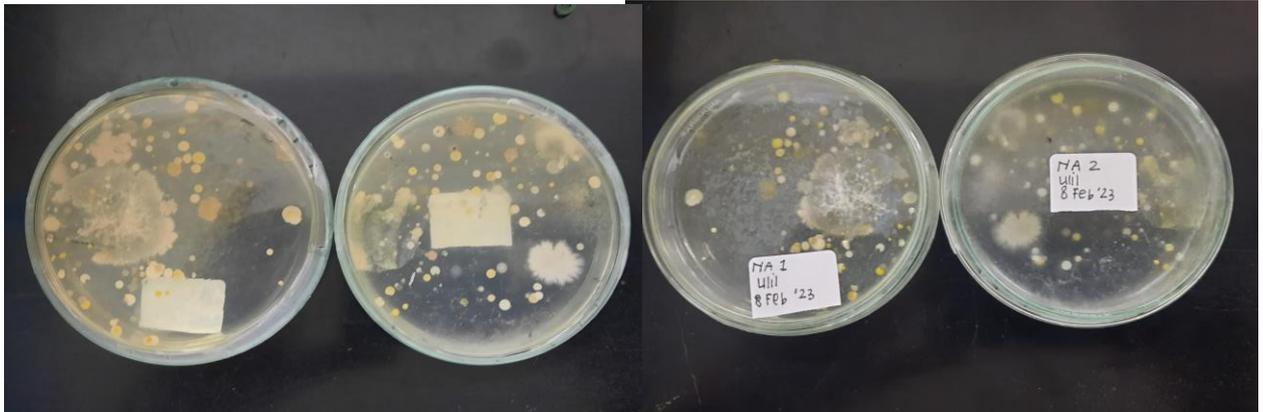


(B)

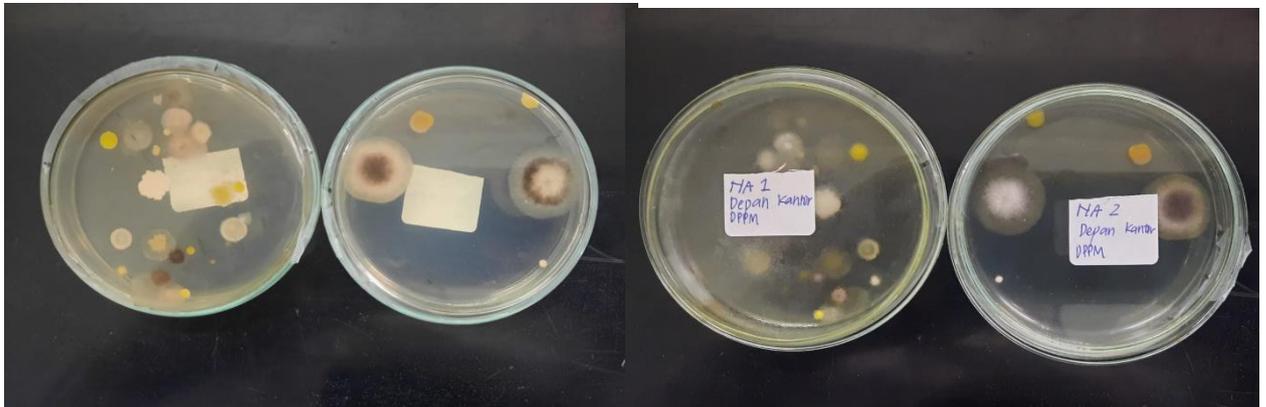


(C)

Lampiran 16 Hasil Inkubasi Bakteri di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI



(A)



(B)

Lampiran 17 Hasil Inkubasi Bakteri di Lt. Dasar Perpustakaan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari

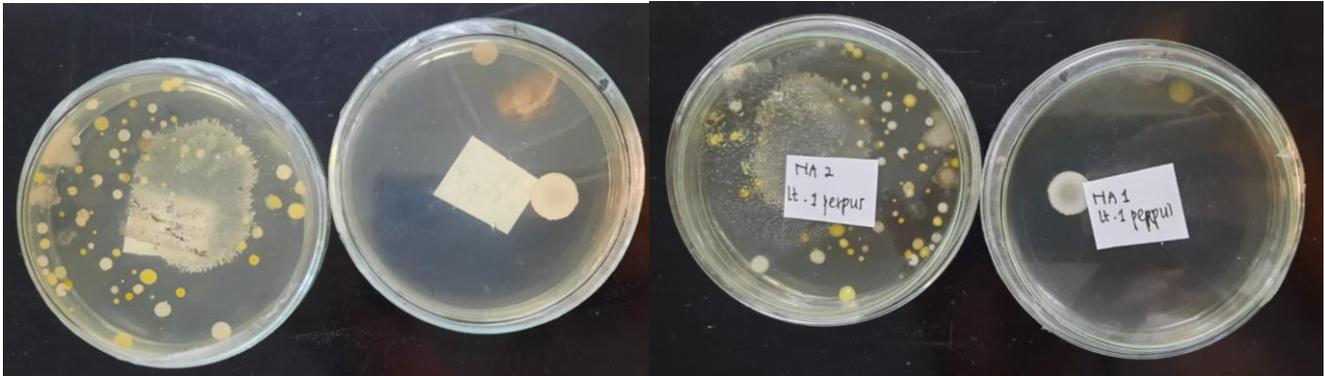


(A)

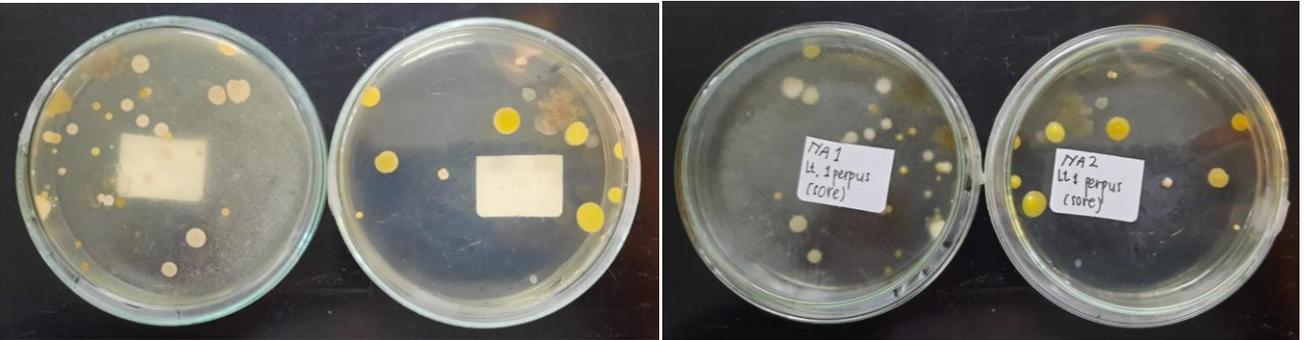


(B)

Lampiran 18 Hasil Inkubasi Bakteri di Perpustakaan Lt. UG Selatan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari



(A)

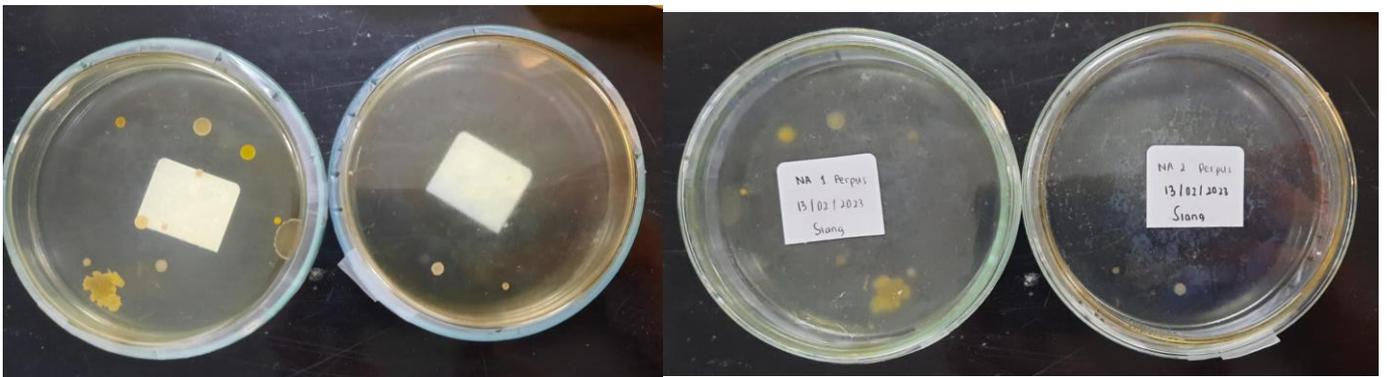


(B)

Lampiran 19 Hasil Inkubasi Bakteri di Perpustakaan Lt. UG Utara, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari

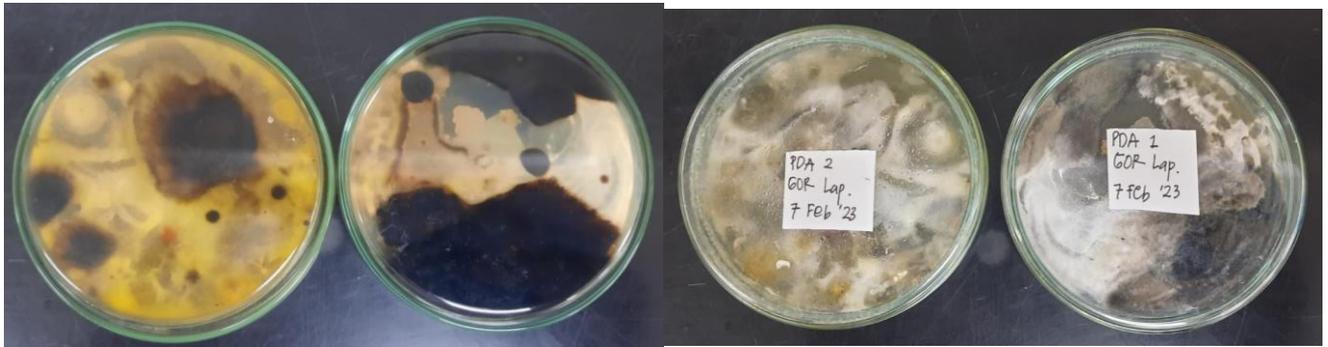


(A)

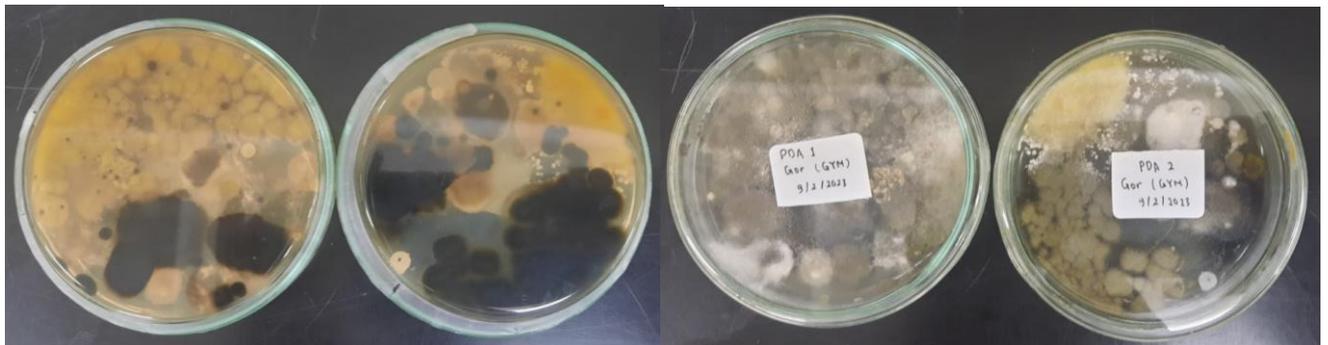


(B)

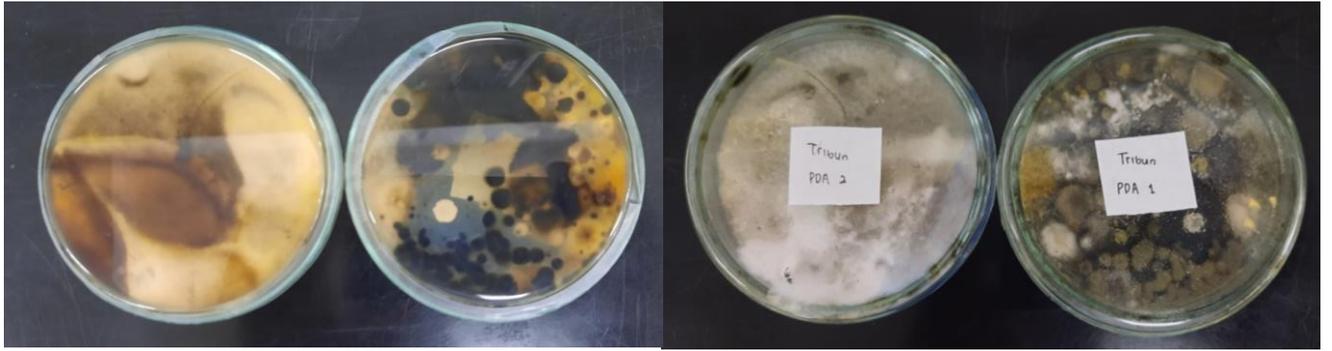
Lampiran 20 Hasil Inkubasi Jamur di GOR, (A) Lapangan, (B) R. Fitness, (C) Tribun



(A)

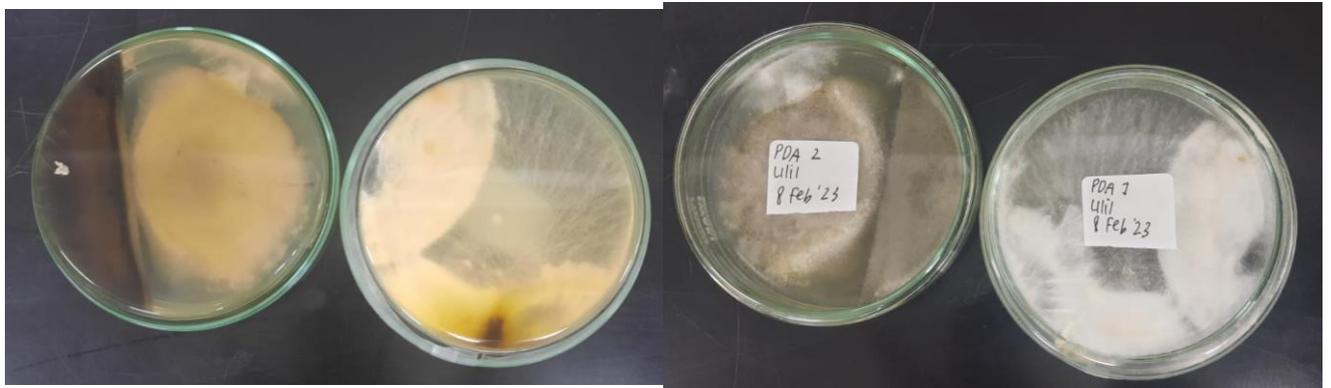


(B)

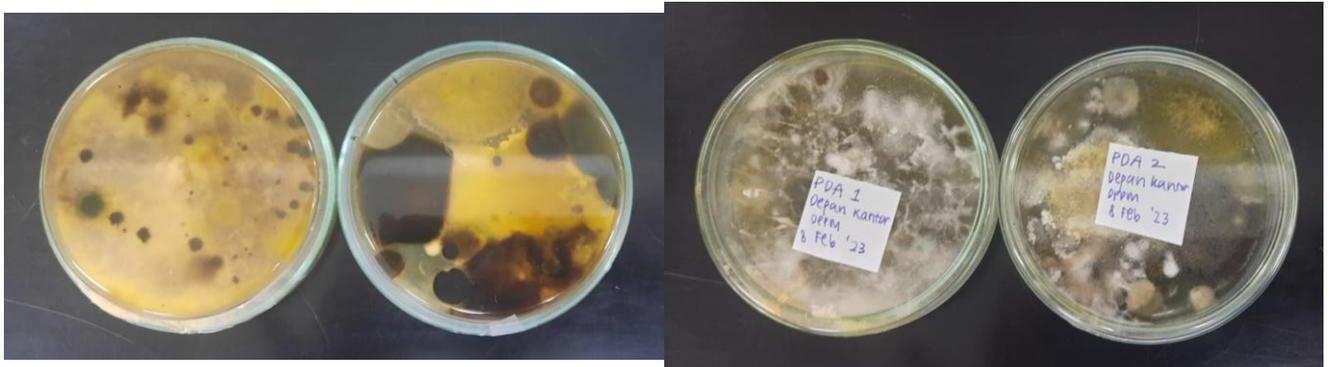


(C)

Lampiran 21 Hasil Inkubasi Jamur di Masjid Ulil Albab, (A) Tempat Solat, (B) Belakang Kantor DPPAI

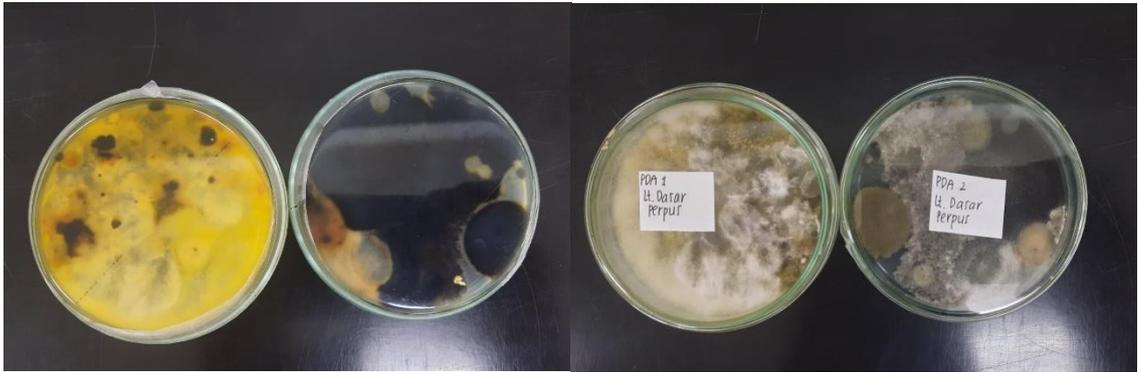


(A)



(B)

Lampiran 22 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. Dasar Perpustakaan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari



(A)

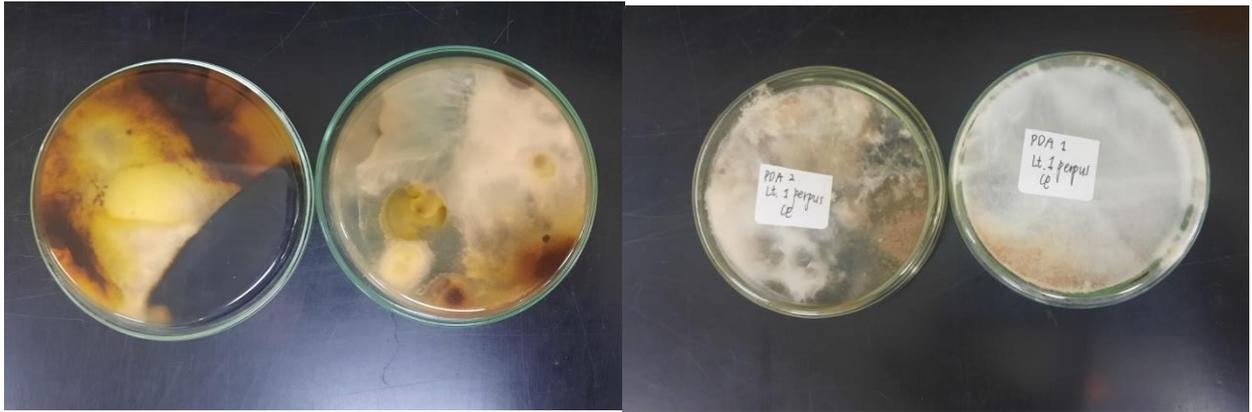


(B)

Lampiran 23 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. UG Selatan, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari



(A)



(B)

Lampiran 24 Hasil Inkubasi Jamur di Lt. UG Utara, (A) Pagi Hari, (B) Siang Hari

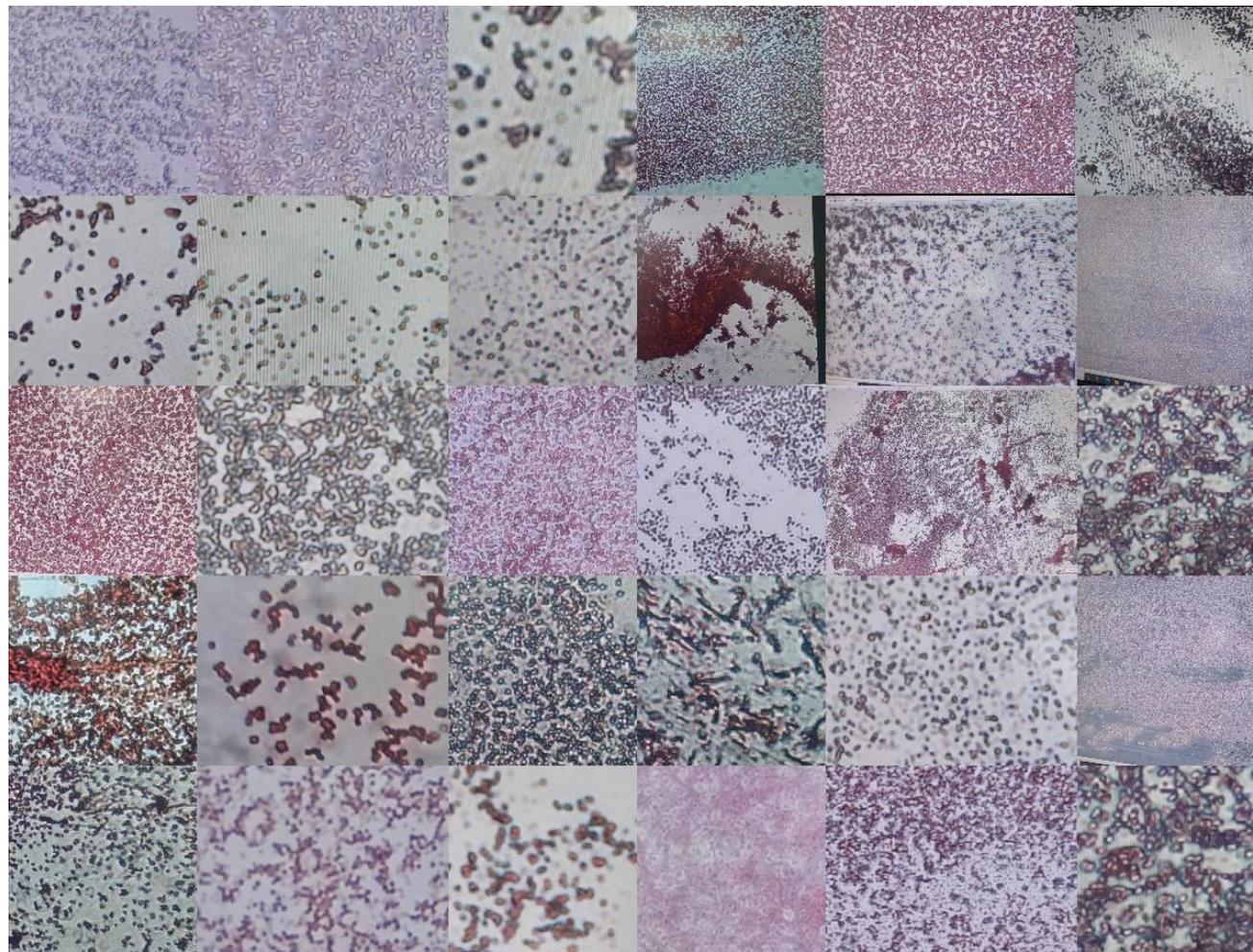


(A)

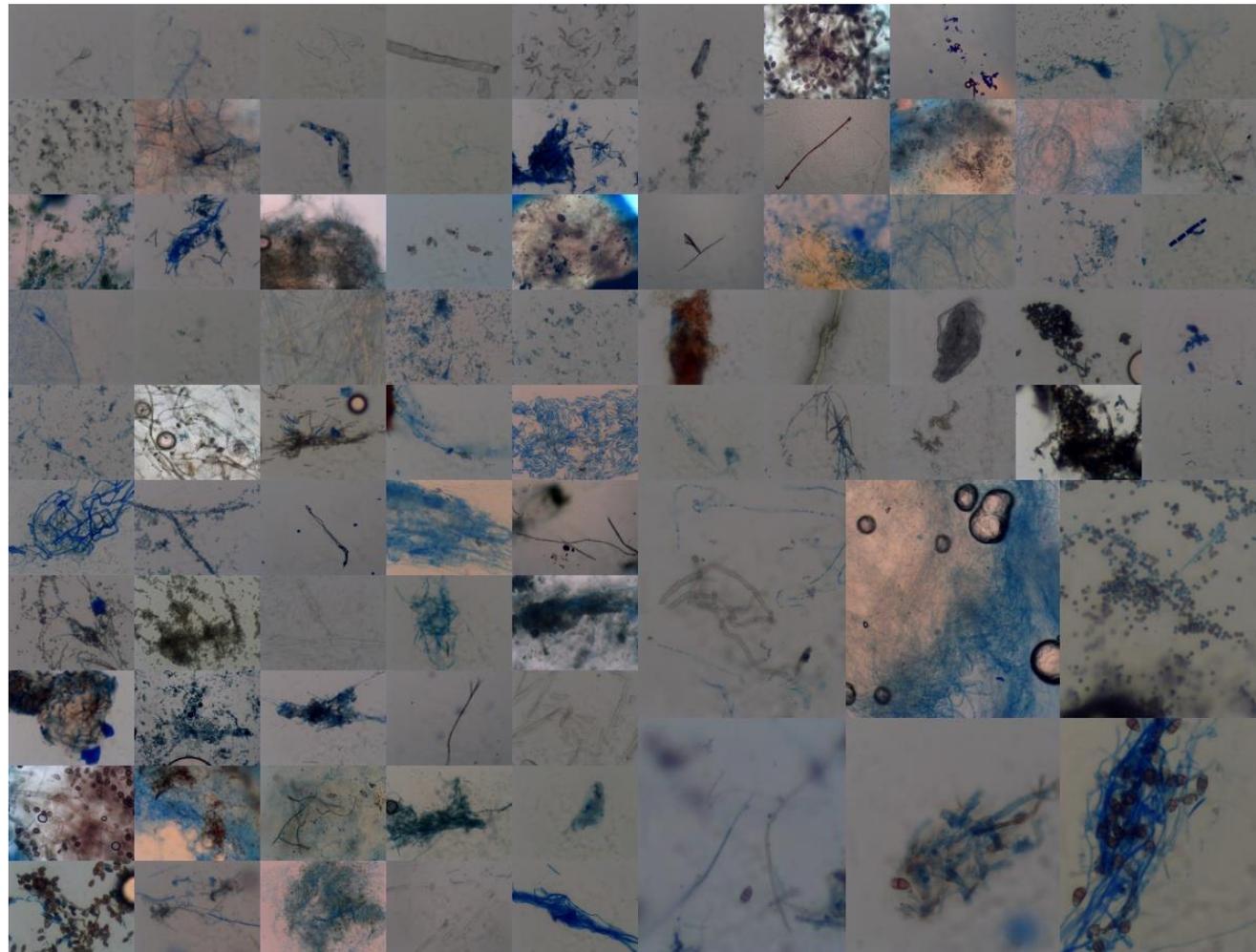


(B)

Lampiran 25 Hasil Mikroskop Bakteri dalam Perbesaran 40x



Lampiran 26 Hasil Mikroskop Jamur dalam Perbesaran 40x



“Halaman ini sengaja dikosongkan”

RIWAYAT HIDUP

Saya Zahra Ayureghita lahir di Jakarta, 23 April 2001. Saya adalah anak kedua dari 2 bersaudara dari pasangan Imran, S.H., dan Ello Priatiningsih, S.E. Saya telah menempuh pendidikan di Sekolah Dasar (SD) Negeri 04 Ujung menteng pada tahun 2007-2013, lalu setelah itu saya melanjutkan pendidikan ke Sekolah Menengah Pertama (SMP) Negeri 193 Jakarta pada tahun 2013-2016, dan melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Atas (SMA) Negeri 59 Jakarta pada tahun 2016-2019. Pada saat saya SMP, saya pernah menjadi anggota OSIS dan juga pada saat SMA menjadi pengurus inti, sekretaris, di ekskul tari saman selama 1 periode.

Setelah saya lulus dari SMA pada tahun 2019, saya langsung melanjutkan pendidikan ke Perguruan Tinggi di salah satu Perguruan Tinggi di Yogyakarta, Universitas Islam Indonesia. Saya memilih jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan karena saya telah memikirkan jurusan ini sejak SMA. Saya memulai untuk menjadi aktif untuk mengikuti kegiatan-kegiatan kampus mulai dari semester 2, seperti mengikuti *event* jurusan, himpunan, dan sebagainya. Saya juga aktif mengikuti himpunan sejak semester 4 hingga semester 6. Mulai dari menjadi staff pada bidang minat dan bakat pada periode 2021 lalu dilanjutkan menjadi kepala departemen bidang keilmuan pada periode 2022. Pada bulan Maret 2022 saya juga melakukan Kerja Praktik sebagai salah satu syarat akademik pada PT. Wika Beton Boyolali dengan judul Penilaian dan Pengendalian Risiko dengan Metode *Hazard Identification, Risk Assesment and Risk Control* (HIRADC) di PT. Wika Beton Boyolali. Lalu sejak bulan Desember 2022 hingga Februari 2023 penulis melakukan penelitian untuk menyelesaikan Tugas Akhir dan menyelesaikan penulisan Penelitian pada bulan Juni 2023 guna menyelesaikan studi atau sebagai syarat akademik di Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.