

TA/TL/2023/[nomor admin]*

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUALITAS UDARA BERDASARKAN
PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FAKULTAS TEKNIK
SIPIIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

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



ENDANG WIDIARTI
19513227

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

TUGAS AKHIR
ANALISIS KUALITAS UDARA BERDASARKAN
PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FAKULTAS TEKNIK
SIPIIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA

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



ENDANG WIDIARTI
19513227

Disetujui,
Dosen Pembimbing:

Annisa Nur Lathifah, S.Si.,
M.Biotech., M.Agr., Ph.D
NIK. 155130505
Tanggal: 15.09.2023

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

NIK. 165131305
Tanggal: 14 September 2023



Any Juliāni, S.T., M.Sc. (Res. Eng)., Ph.D.
NIK. 045130401
Tanggal: 21 Sept 2023

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISIS KUALITAS UDARA BERDASARKAN
PARAMETER MIKROBIOLOGI DI FAKULTAS TEKNIK
SIPIIL DAN PERENCANAAN UNIVERSITAS ISLAM
INDONESIA**

Telah diterima dan disahkan oleh Tim Penguji

Hari : Rabu
Tanggal : 30-08-2023

Disusun Oleh:

ENDANG WIDIARTI
19513227

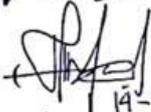
Tim Penguji :

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

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

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


)
15.09.2023


)
14-09-2023


)
15-09-2023

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,



Endang Widiarti

NIM: 19513227

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah *subhanahu wa ta'ala* atas segala karunia-Nya sehingga tugas akhir ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak Desember 2022 ini ialah Analisis Kualitas Udara Dalam Ruang Terkait Mikrobiologi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Terima kasih penulis ucapkan kepada Ibu Annisa Nur Lathifah, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D dan Ibu Fina Binazir Maziya, S.T., M.T selaku pembimbing yang telah banyak memberi saran. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Bapak/Ibu laboran yang telah membantu selama pengumpulan data. Ungkapan terima kasih juga disampaikan kepada ayah, ibu, serta seluruh keluarga, atas segala doa dan kasih sayangnya.

Semoga tugas akhir ini bermanfaat.

Yogyakarta, 18 Agustus 2022



Endang Widiarti

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

ABSTRAK

ENDANG WIDIARTI. Analisis Kualitas Udara Berdasarkan Parameter Mikrobiologi di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Dibimbing oleh ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D dan FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T.

Penelitian ini berdasarkan dari adanya risiko pencemaran udara yang diakibatkan keberadaan mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Timbulnya masalah pada kualitas udara dalam ruangan disebabkan oleh 3 faktor yaitu faktor fisik, factor kimia, dan factor biologi. Dengan adanya factor-faktor tersebut maka akan mempengaruhi kesehatan manusia yang berada di dalam ruangan. Penelitian ini bertujuan menganalisis kualitas udara pada ruang yang diukur berdasarkan parameter fisik seperti kelembaban udara, suhu ruang, dan pencahayaan serta parameter biologi seperti bakteri dan jamur. Pewarnaan gram dilakukan untuk membedakan antara bakteri gram positif dan bakteri gram negatif serta membedakan antara kokus dan basil, sedangkan pewarnaan pada jamur dilakukan untuk melihat morfologi. Hasil rata-rata pengukuran jumlah koloni bakteri tertinggi yaitu 565 CFU/m³ dan terendah yaitu 52 CFU/m³. Sedangkan hasil rata-rata pengukuran jumlah koloni jamur tertinggi yaitu 43 CFU/m³ dan terendah yaitu 5 CFU/m³. Karakteristik bakteri yang berhasil teridentifikasi mendekati karakter dari bakteri *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus*. Sedangkan karakteristik jamur yang berhasil teridentifikasi yaitu *Absidia*, *Cladosporium*, *Chrysosporium*, *Aspergillus*, dan *Scopulariopsis*.

Kata kunci: Bakteri, Jamur, Kelembaban Ruang, Pencahayaan, Suhu Ruang.

ABSTRACT

ENDANG WIDIARTI. *Air Quality Analysis Based on Microbiological Parameters at the Faculty of Civil Engineering and Planning, Islamic University of Indonesia. Supervised by ANNISA NUR LATHIFAH, S.Si., M.Biotech., M.Agr., Ph.D and FINA BINAZIR MAZIYA, S.T., M.T.*

This research is based on the risk of air pollution caused by the presence of microorganisms such as bacteria and fungi. The emergence of problems with indoor air quality is caused by 3 factors, namely physical factors, chemical factors, and biological factors. With these factors it will affect the health of humans who are in the room. This study aims to analyze the air quality in the room which is measured based on physical parameters such as air humidity, room temperature, and lighting as well as biological parameters such as bacteria and fungi. Gram staining was performed to differentiate between gram-positive and gram-negative bacteria and to differentiate between cocci and bacilli, while staining on fungi was performed to view morphology. The highest average number of bacterial colony measurements was 565 CFU/m³ and the lowest was 52 CFU/m³. Meanwhile, the highest average number of fungal colony measurements was 43 CFU/m³ and the lowest was 5 CFU/m³. The characteristics of the bacteria that have been identified are close to those of the bacteria Bacillus, Clostridium, Streptococcus. While the characteristics of the fungi that were successfully identified were Absidia, Cladosporium, Chrysosporium, Aspergillus, and Scopulariopsis.

Keywords: *Bacteria, Fungi, Room Humidity, Lighting, Room Temperature.*

“Halaman ini sengaja dikosongkan”

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN	Error! Bookmark not defined.
PRAKATA.....	v
ABSTRAK.....	vii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Asumsi Penelitian.....	3
1.6 Ruang Lingkup.....	3
BAB II.....	4
2.1 Pencemaran Udara.....	4
2.1.1 Pencemaran Udara dalam Ruangan	4
2.1.2 Sumber Pencemaran	5
2.2 Mikrobiologi dalam Ruangan.....	5
2.2.1 Bakteri	6
2.2.2 Jamur	6
2.3 Parameter Fisik Kualitas Udara.....	6
2.3.1 Kelembaban Udara	6
2.3.2 Suhu Ruang.....	7
2.3.3 Pencahayaan	7
2.4 Pembuatan Media dan Sterilisasi	7
2.5 Identifikasi Bakteri dan Jamur	8
2.5.1 Perhitungan Jumlah Koloni	8
2.5.2 Pewarnaan Gram.....	8
2.6 Sick Building Syndrome	9
2.7 Dampak Terhadap Kesehatan.....	9

2.8 Penelitian Terdahulu	9
BAB III	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16
3.3 Metode Analisis Data	17
3.3.1 Jenis dan Variabel.....	18
3.3.2 Tahap Pembuatan Media	19
3.3.3 Tahap Pengambilan Sampel	19
3.3.4 Tahap Pengujian Sampel	20
BAB IV	22
4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian	22
4.2 Hasil Penelitian	22
4.2.1 Hasil Pemeriksaan Jumlah Koloni Bakteri dan Jamur	22
4.2.2 Karakteristik Bakteri dan Jamur	23
4.2.3 Hasil Pemeriksaan Kualitas Fisik Ruangan.....	24
4.3 Pembahasan.....	25
4.3.1 Koloni Bakteri dan Jamur.....	25
4.3.2 Identifikasi Bakteri dan Jamur Dalam Ruangan.....	25
4.3.3 Hubungan Kelembaban Ruang dengan Jumlah Bakteri dan Jamur	32
4.3.4 Hubungan Suhu Ruang dengan Jumlah Bakteri dan Jamur	33
4.3.5 Hubungan Pencahayaan dengan Jumlah Bakteri dan Jamur	34
BAB V	35
5.1 Kesimpulan.....	35
5.2 Saran.....	35
DAFTAR PUSTAKA	36
LAMPIRAN.....	39
RIWAYAT HIDUP	77

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	10
---------------------------------------	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3. 1 <i>Microbiological Air Sampler</i>	17
Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Jumlah Mikroba.....	22
Gambar 4. 2 Hasil Kualitas Fisik Ruangan dengan Bakteri	24
Gambar 4. 3 Hasil Kualitas Fisik Ruangan dengan Jamur	24
Gambar 4. 4 Bakteri Gram Positif Berbentuk Basil	26
Gambar 4. 5 Bakteri Gram Negatif Berbentuk Kokus.....	26
Gambar 4. 6 <i>Absidia</i>	28
Gambar 4. 7 <i>Cladosporium</i>	29
Gambar 4. 8 <i>Chrysosporium</i>	30
Gambar 4. 9 <i>Aspergillus</i>	31
Gambar 4. 10 <i>Scopulariopsis</i>	32

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Uji Laboratorium di Mushola (12.00-14.00)	39
Lampiran 2 Hasil Uji Laboratorium di Mushola (09.00-11.00)	43
Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 1 (09.55-11.10)	49
Lampiran 4 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 1 (14.00-15.11)	52
Lampiran 5 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 2 (11.20-12.36)	55
Lampiran 6 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 2 (13.20-14.28)	57
Lampiran 7 Hasil Uji Laboratorium di Lab Kualitas Air (08.35-09.50)	60
Lampiran 8 Hasil Uji Laboratorium di Lab Kualitas Air (14.34-15.39)	63
Lampiran 9 Hasil Uji Laboratorium di Auditorium (09.00-10.03).....	66
Lampiran 10 Tabel Keterangan Bakteri.....	68
Lampiran 11 Tabel Keterangan Jamur.....	71
Lampiran 12 Tabel Data Bakteri.....	73
Lampiran 13 Tabel Data Jamur.....	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Udara adalah komponen penting dalam kehidupan. Udara mengandung zat-zat seperti oksigen, karbon dioksida, karbon monoksida, formaldehid, dan lain-lain dimana zat-zat tersebut memiliki nilai ambang batas. Jika salah satu zat tersebut melebihi nilai ambang batas dapat disebabkan karena adanya aktivitas manusia (Marieb, 2004). Oleh sebab itu, udara merupakan komponen lingkungan yang harus dijaga kualitasnya. Udara dikelompokkan menjadi dua bagian yaitu udara luar ruangan dan udara dalam ruangan (Soemirat, 2004).

Indoor Air Quality atau IAQ merupakan aspek penting yang dapat mempengaruhi kesehatan serta mempengaruhi kenyamanan di dalam ruangan, IAQ dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor. Sejumlah studi membuktikan bahwa tingkat konsentrasi kontaminan di udara dalam ruangan lebih tinggi dibandingkan tingkat konsentrasi kontaminan di udara luar ruangan. Peluang terkontaminasi adanya suatu polutan di dalam ruangan lebih besar dibandingkan di luar ruangan karena hampir 90% waktunya dihabiskan manusia di dalam ruangan baik itu ruangan kantor ataupun rumah (Dewi, 2012).

Pencemaran udara berasal dari berbagai sumber di dalam ruangan seperti aktivitas dalam ruangan, pembersih ruangan, asap rokok, suhu dan kelembaban udara yang tidak baik, serta kurang lancarnya sirkulasi udara (Aditama, 2002). Timbulnya masalah pada kualitas udara dalam ruangan disebabkan oleh tiga faktor yaitu faktor fisik, faktor kimia, dan faktor biologi. Sumber yang menyebabkan polusi udara dalam ruangan dapat berhubungan dengan bangunan itu sendiri.

Mikroorganisme yang berasal dari dalam ruangan seperti bakteri, virus, jamur, dan sebagainya yang dikenal dengan istilah bioaerosol. Bioaerosol yang terdapat di dalam ruangan dapat berasal dari lingkungan luar maupun dari dalam ruangan. Kontaminan dari lingkungan luar seperti jamur dari organisme yang membusuk, tumbuhan yang telah mati dan bangkai binatang, alga yang tumbuh dekat kolam/danau masuk ke dalam ruangan melalui hembusan angin dan jentik-jentik serangga yang terdapat di luar ruangan dapat menembus bangunan tertutup. Sedangkan kontaminan dari dalam ruangan seperti kelembaban antara 25 sampai 75% mengakibatkan peningkatan pertumbuhan jamur, dan sumber kelembaban seperti tandon air serta bak air di kamar mandi (EPA, 1991).

Pengaruh kesehatan yang diakibatkan oleh bioaerosol dibagi menjadi tiga macam, yaitu infeksi, alergi, dan iritasi. Kontaminasi bioaerosol pada *humidifier* yang terdistribusi ke seluruh ruangan dapat menyebabkan pilek, demam, sesak nafas, serta nyeri otot dan tulang. Pencemaran yang bersifat biologis terdiri dari berbagai jenis mikroba patogen. Jenis mikroba patogen sendiri yaitu seperti jamur, bakteri, virus, dan metazoa (Irianto K, 2006). Kualitas udara dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kondisi bangunan, pendingin ruangan, elemen interior, serta pencemar biologi dan kimia (Setyaningsih dkk, 2013).

Beberapa ruangan yang memiliki potensi udara tercemar seperti pada mushola, Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Kualitas Air, serta ruang auditorium di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan karena di ruangan tersebut terdapat berbagai macam barang dan berbagai aktivitas yang memicu pertumbuhan mikroorganisme dan menyebar melalui udara. Selain dari berbagai macam barang dan aktivitas polusi udara dalam ruangan dapat diakibatkan oleh struktur bangunan itu sendiri seperti ventilasi. Pada mushola dan ruang auditorium terdapat *air conditioner* untuk meningkatkan kenyamanan dan produktivitas kerja juga dapat menjadi alternatif untuk mengganti ventilasi alami. Namun jika AC jarang dibersihkan akan menjadi tempat mikroorganisme berkembang biak. Selain itu, kelembaban juga menjadi salah satu faktor adanya kontaminasi mikrobiologi di udara dalam ruangan (Fsadni dkk, 2017).

Berdasarkan dari penelitian-penelitian terdahulu diketahui mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat tumbuh dan berkembang di udara dalam ruangan. Dari hasil penelitian pada mushola, Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Kualitas Air, serta ruang auditorium di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, dapat dijadikan saran yang dapat digunakan untuk meminimalkan keberadaan mikroorganisme di udara yang dapat berpengaruh terhadap kesehatan mahasiswa/i yang akan mendatangi lokasi fasilitas tersebut. Hal ini perlu dilakukan untuk menentukan langkah terbaik bagi perlindungan kesehatan mahasiswa/i, dosen, dan para pekerja.

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas udara pada ruang jika diukur berdasarkan parameter fisik dan biologi tersebut?
2. Bagaimana karakteristik bakteri dan jamur yang tersebar di udara dalam ruang?
3. Apa faktor yang menimbulkan adanya tingkat pertumbuhan bakteri dan jamur di udara dalam ruang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas udara pada ruang jika diukur berdasarkan parameter fisik dan biologi.
2. Mengidentifikasi karakteristik bakteri dan jamur yang tersebar di udara dalam ruang.
3. Menganalisis faktor yang menimbulkan adanya tingkat pertumbuhan bakteri dan jamur di udara dalam ruang.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari adanya penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Bagi Lingkungan
Sebagai langkah untuk mengurangi dampak akibat adanya polutan yang dapat mempengaruhi kualitas udara terutama udara dalam ruangan.
2. Bagi Mahasiswa
Dapat menjadi sarana dalam mengembangkan pengetahuan dan kemampuan terkait *Air Quality Indoor*.

1.5 Asumsi Penelitian

Asumsi pada penelitian ini yaitu adanya mikroorganisme seperti bakteri dan jamur yang terdapat di udara dalam ruangan pada beberapa ruangan di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia yang dibuktikan dari adanya keanekaragaman jenis bakteri dan jamur pada udara dalam ruangan tersebut.

1.6 Ruang Lingkup

Ruang lingkup dari penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Pemilihan lokasi pengambilan sampel kualitas udara pada mushola, Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Kualitas Air, serta ruang auditorium di Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan.
2. Titik lokasi pengambilan sampel sebanyak enam titik.
3. Pengambilan sampel menggunakan metode *Purposive Sampling*.
4. Analisis data berdasarkan hasil pengujian dari Laboratorium Kualitas Udara.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Menurut UU No. 23 Tahun 1997 tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup, pencemaran udara adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi atau berubahnya tatanan lingkungan oleh kegiatan seperti aktivitas manusia atau proses alam yang menyebabkan kualitas udara terganggu dan turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan menjadi buruk.

Sedangkan pengertian pencemaran udara menurut Peraturan Pemerintah RI No. 41 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran Udara adalah masuknya atau dimasukkannya zat, energi, dari komponen lain ke dalam udara ambien oleh kegiatan manusia, sehingga mutu udara turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan udara ambien tidak dapat memenuhi fungsinya.

Pencemaran udara atau sering disebut dengan istilah polusi udara menurut Akhmad (2000) diartikan sebagai adanya bahan atau zat-zat asing di dalam udara yang menyebabkan perubahan komposisi udara dari keadaan normalnya. Pencemaran udara disebabkan oleh berbagai macam zat kimia, baik yang berdampak langsung maupun yang berdampak tidak langsung dan semakin lama akan semakin mengganggu kehidupan manusia, hewan dan tumbuhan. Pencemaran udara dapat ditimbulkan oleh sumber alami maupun kegiatan manusia. Beberapa definisi gangguan fisik seperti polusi suara, panas, radiasi atau polusi cahaya dianggap sebagai polusi udara. Sifat alami udara mengakibatkan dampak pencemaran udara dapat bersifat langsung dan lokal, regional, maupun global.

2.1.1 Pencemaran Udara dalam Ruangan

Udara merupakan salah satu komponen penting bagi makhluk hidup. Peningkatan aktivitas manusia adalah salah satu penyebab konsentrasi zat dalam udara mengalami peningkatan. Kualitas udara dalam suatu ruangan yang tidak memenuhi syarat kesehatan dapat menimbulkan gangguan kesehatan manusia. Menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH), penyebab timbulnya permasalahan pada kualitas udara dalam ruangan umumnya disebabkan oleh beberapa faktor seperti kurangnya ventilasi udara, kontaminan dari dalam ruangan, kontaminan dari luar ruangan, mikroba, bahan material bangunan dan sebagainya (Dewi, 2021).

2.1.2 Sumber Pencemaran

Sumber yang menyebabkan pencemaran udara dalam ruangan yaitu berhubungan dengan bangunan itu sendiri, seperti perlengkapan dalam bangunan, kondisi bangunan tersebut, pertukaran udara, kelembaban, suhu, dan aktivitas manusia yang berada di ruangan tersebut. Banyaknya aktivitas di dalam ruangan berpengaruh pada peningkatan jumlah polutan (Fitria, 2008).

Sumber pencemaran udara dalam ruangan menurut penelitian *The National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) dirinci menjadi 5 sumber (Aditama, 1992) meliputi:

1. Pencemaran akibat dari kegiatan penghuni dalam bangunan misalnya seperti asap rokok, pestisida, dan bahan pembersih ruangan
2. Pencemaran dari luar bangunan meliputi masuknya gas buangan kendaraan bermotor, cerobong asap dapur karena penempatan lokasi lubang ventilasi yang tidak tepat
3. Pencemaran dari bahan bangunan seperti *formaldehid*, *asbestos*, lem, dan bahan lainnya
4. Kurangnya udara segar yang masuk karena ventilasi yang kurang bagus dan perawatan yang kurang pada sistem ventilasi
5. Pencemaran mikroba meliputi bakteri, jamur, dan virus atau protozoa yang dapat ditemukan dalam udara ruangan dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya

Aktivitas di dalam gedung yang semakin banyak dapat meningkatkan jumlah polutan dalam ruangan. Kenyataan ini menyebabkan risiko terpaparnya polutan dalam ruangan terhadap manusia semakin tinggi, namun hal tersebut masih jarang diketahui oleh masyarakat umum (Candrasari, 2013).

2.2 Mikrobiologi dalam Ruangan

Mikroorganisme yang berasal dari dalam ruangan misalnya seperti serangga, bakteri, dan jamur. Mikroba penyebab udara tercemar dapat berupa khamir dan kapang. Bioaerosol merupakan mikroorganisme yang tersebar di dalam ruangan, bioaerosol dalam ruangan dapat berasal dari lingkungan luar dan kontaminasi dari dalam ruangan. Bioaerosol dari luar ruangan dapat berupa jamur yang berasal dari organisme yang mengalami pembusukan, tumbuhan yang mati serta bangkai binatang, bakteri *Legionella* yang berasal dari *soil-borne* yang masuk ke dalam ruangan, alga yang tumbuh dekat danau atau kolam dan masuk ke dalam ruangan melalui hembusan angin, dan jentik-jentik serangga di luar ruangan dapat masuk ke dalam ruangan. Kelembaban antara 25-75% merupakan salah satu yang dapat menyebabkan kontaminasi dalam ruangan karena pada rentang tersebut spora jamur

mengalami peningkatan dan sumber kelembaban di dalam atau di sekitar ruangan misalnya tandon air dan bak air di dalam kamar mandi (Fitria, 2008).

2.2.1 Bakteri

Bakteri adalah kelas organisme prokariotik atau tidak memiliki selubung inti tetapi bakteri mempunyai informasi genetik dalam bentuk DNA bulat, panjang dan bisa disebut nukleoid. Tes pewarnaan gram merupakan cara yang efektif untuk menunjukkan perbedaan sederhana dan kompleks dalam sel bakteri (Jawetz dkk, 2004).

Bakteri merupakan makhluk hidup yang tidak bisa dilihat mata secara langsung dan menyebabkan berbagai gangguan kesehatan serta efek deteriorasi pada bangunan atau gedung apabila tumbuh dan berkembang pada lingkungan *indoor* (Stephen, 2006). Bakteri dalam ruangan dapat berasal dari luar ruangan seperti misalnya endapan kotoran.

Salah satu contoh bakteri yaitu *Legionella pneumophila*, merupakan bakteri yang dapat menyebabkan penyakit *legionnaires*. Penyakit ini dapat dibawa oleh air yang tumbuh secara baik atau air yang hangat, bakteri ini menyerang organ paru-paru sehingga menyebabkan kematian pada manusia. Selain menyerang organ paru-paru bakteri ini juga menyerang saluran pencernaan, ginjal, dan sistem saraf. Kebanyakan penderita penyakit ini mengalami batuk yang hebat namun tidak terdapat dahak, demam yang cukup tinggi, pegal-pegal, lemas, dan sakit perut.

2.2.2 Jamur

Jamur atau fungi yaitu kelompok dari organisme eukariotik dan tidak bergerak. Jamur merupakan suatu kelompok organisme heterotrof yang mencakup jamur multisel, kapang mikroskopik, cendawan, dan ragi. Jamur berkembang biak dengan melalui spora, spora dapat menyebar melalui udara dengan mudah karena memiliki ukuran yang sangat kecil (Apriliawati, 2009).

Jamur yang tersebar di udara berbentuk spora. Spora jamur merupakan alat reproduksi seksual dan aseksual. Spora jamur kontaminan tersebar di berbagai tempat, di antaranya dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui kontak langsung, inhalasi, trauma, melalui pencernaan makanan dan sebagainya. Selain itu, jamur kontaminan tersebut sering menjadi masalah tersendiri dalam pekerjaan laboratorium (Apriliawati, 2009).

2.3 Parameter Fisik Kualitas Udara

2.3.1 Kelembaban Udara

Air bukan merupakan suatu polutan, namun uap air dapat melarutkan berbagai polutan dan dapat mempengaruhi konsentrasi polutan di udara. Uap air dapat

menumbuhkan serta mempertahankan mikroorganisme di udara dan dapat melepaskan senyawa-senyawa volatile yang berasal dari bahan bangunan sehingga kelembaban tinggi akan melarutkan zat kimia menjadi uap dan manusia akan terpapar bila berada di ruangan tersebut (Fardiaz, 1992).

Kelembaban udara yang relatif rendah sebesar kurang dari 20% dapat menyebabkan kekeringan selaput lendir membran. Sedangkan kelembaban yang tinggi akan meningkatkan pertumbuhan mikroorganisme dan pelepasan formaldehid pada material bangunan (Molhave, 1990).

2.3.2 Suhu Ruang

Suhu udara memiliki peran dalam kenyamanan karena tubuh manusia menghasilkan panas yang digunakan untuk metabolisme basal dan muskuler. Akan tetapi hanya 20% saja yang digunakan dari semua energi yang dihasilkan oleh tubuh dan sisanya akan dibuang ke lingkungan (Arismunandar dan Saito, 2002). Berdasarkan baku mutu Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. 51/Men/1999 suhu yang dianggap nyaman untuk suasana bekerja adalah 30°C. Sedangkan berdasarkan standar baku mutu Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 261/Menkes/SK/II/1998 suhu yang dianggap nyaman untuk suasana bekerja adalah 18-26°C.

2.3.3 Pencahayaan

Cahaya merupakan pancaran gelombang elektromagnetik yang melayang melewati udara, sedangkan illuminasi adalah jumlah atau kuantitas cahaya yang jatuh di suatu permukaan. Apabila suatu gedung tingkat illuminasinya tidak memenuhi syarat akan mengakibatkan gangguan kesehatan pada mata seperti kelelahan mata, sehingga menyebabkan terjadinya kesalahan dalam melakukan suatu pekerjaan serta kelelahan pada indra mata yang terus menerus. NAB Surat Edaran Permenaker No. SE-01/MEN/1978 tentang besarnya illuminasi yaitu 300-900 lux.

2.4 Pembuatan Media dan Sterilisasi

Nutrient Agar atau NA merupakan media yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri. NA disebut sebagai nutrisi padat untuk menumbuhkan bakteri karena dibuat dengan komposisi agar-agar yang telah dipadatkan. Fungsi agar-agar hanya sebagai pengental tetapi bukan makanan untuk bakteri, agar dapat dengan mudah menjadi padat pada suhu tertentu. Media NA adalah salah satu media padat yang memiliki komposisi yaitu agar-agar yang sudah dipanaskan dan mencair dengan suhu 95 derajat celcius (Sandra, 2013).

Sedangkan *Potato Dextrose Agar* merupakan media yang digunakan untuk pertumbuhan jamur. PDA memiliki komposisi seperti bubuk kentang, *dextrose*, dan juga agar.

Bubuk kentang dan *dextrose* merupakan sumber makanan untuk jamur. Perindustrian seperti industri makanan, industri susu maupun kosmetik menggunakan PDA untuk menghitung koloni jamur pada sampel mereka. Untuk memaksimalkan pertumbuhan jamur biasanya pembudidaya mengatur kondisi pH yang rendah sekitar 3,5 dan menambahkan antibiotik atau asam untuk menghambat terjadinya pertumbuhan bakteri (Sugianto, 2012).

Sterilisasi merupakan proses untuk membunuh atau mematikan semua mikroorganisme yang hidup. Terdapatnya pertumbuhan mikroorganisme dapat dilihat dengan adanya pertumbuhan bakteri yang berlangsung dan tidak sempurna pada proses sterilisasi. Sterilisasi adalah metode praktis yang digunakan untuk membersihkan mikroorganisme atau menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Mikroorganisme sangat berbeda kelemahannya terdapat berbagai jenis agen antimikroba (Suriawiria, 2005).

2.5 Identifikasi Bakteri dan Jamur

2.5.1 Perhitungan Jumlah Koloni

Koloni bakteri merupakan sekumpulan dari bakteri-bakteri yang sejenis dan berkelompok menjadi satu dan membentuk suatu koloni. Untuk mengetahui pertumbuhan pada bakteri dapat dilakukan dengan cara menghitung jumlah koloni pada bakteri (Setiyono, 2013). Perhitungan suatu koloni dapat dilakukan dengan menggunakan metode pour plate. Mengingat jumlah koloni bakteri dapat mencapai lebih dari 300 koloni, maka memerlukan alat bantu yang disebut dengan *Colony Counter* untuk mempermudah perhitungan jumlah koloni pada bakteri (Hadietomo, 1990).

2.5.2 Pewarnaan Gram

2.5.2.1 Pewarnaan Bakteri

Pewarnaan gram merupakan cara untuk memilahkan bakteri menjadi 2 kelompok yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Bakteri gram positif memiliki warna ungu yang disebabkan kompleks warna kristal violet-iodium tetap dipertahankan walaupun diberikan larutan pemucat. Berbeda dengan bakteri gram negatif yang berwarna merah karena kompleks warna tersebut larut sewaktu pemberian larutan pemucat dan kemudian mengambil zat warna kedua yang memiliki warna merah. Perbedaan hasil dalam pewarnaan tersebut disebabkan perbedaan struktur terutama dinding sel pada bakteri gram positif dan bakteri gram negatif. Karena kemampuannya membedakan suatu kelompok bakteri tertentu dengan kelompok lainnya, pewarnaan gram juga disebut dengan pewarnaan diferensial (Waluyo, 2010).

2.5.2.2 Pewarnaan Jamur

Morfologi jamur pada media pertumbuhan dapat diamati secara visual dan di bawah pengamatan mikroskop. Jamur merupakan organisme yang memerlukan senyawa organik untuk nutrisi. Berdasarkan sifat jamur yang hanya dapat hidup pada tempat lembab maka untuk mengamati cahaya jamur dibutuhkan penambahan aquades kemudian dihomogenkan kemudian dilakukan dengan cara fiksasi supaya jamur dapat menempel pada objek glass dan dapat diamati di bawah mikroskop.

2.6 Sick Building Syndrome

Sick building syndrome merupakan sindrom penyakit yang diakibatkan oleh kondisi dari suatu bangunan. Definisi SBS adalah gejala yang terjadi berdasarkan pengalaman para pengguna atau pemakai suatu bangunan selama mereka berada di dalam bangunan tersebut. Gejala SBS antara lain seperti sakit kepala, tenggorokan kering, kehilangan konsentrasi, dan iritasi mata serta kulit. Beberapa bentuk penyakit yang berhubungan dengan SBS yaitu iritasi mata dan hidung, sakit kepala, bersin, batuk, kulit dan lapisan lendir yang kering, dan reaksi hipersensitivitas. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan antara hubungan kualitas udara dalam ruangan dengan kejadian SBS yaitu kondisi lingkungan dalam ruangan, konstruksi gedung dan furniture, proses dan alat-alat dalam gedung, ventilasi, serta status kesehatan pekerja (Pudjiastuti, 1998).

2.7 Dampak Terhadap Kesehatan

Kualitas udara yang buruk akan menyebabkan dampak negatif terhadap kesehatan manusia. Dampak pencemaran udara dalam ruangan terhadap kesehatan seperti iritasi selaput lendir meliputi iritasi mata, mata pedih, mata berair, dan mata merah; iritasi hidung meliputi bersin dan gatal; iritasi tenggorokan meliputi batuk kering, gatal, dan sakit menelan; gangguan pada neurotoksik meliputi sakit kepala, sulit berkonsentrasi, lemah, dan mudah tersinggung; gangguan kulit meliputi kulit kering, kulit gatal; gangguan pernapasan meliputi sesak nafas, rasa berat di dada, nafas berbunyi; gangguan saluran pencernaan meliputi diare atau mencret; dan sebagainya (Rahmi, 2010).

2.8 Penelitian Terdahulu

Salah satu acuan penulis dalam melaksanakan penelitian adalah dengan membaca referensi penelitian sebelumnya. Dari beberapa referensi tersebut, tidak ditemukan judul yang sama dengan penelitian yang direncanakan. Hasil referensi penelitian sebelumnya dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No .	Nama Peneliti	Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Tujuan	Metode	Hasil
1.	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	Mengetahui performa sekolah melalui uji kualitas udara dalam ruang dan untuk mengetahui jenis penghawaan yang sebaiknya digunakan oleh bangunan cagar budaya di Surabaya.	Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Penelitian ini dilakukan dengan cara observasi, pengisian kuisisioner, dan pengambilan sampel fisik, kimia dan mikrobiologi udara.	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.
2.	Laila Fitria, Ririn Arminsih Wulandari, Ema Hermawati, Dewi Susanna	2008	Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas "X" Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, Dan Kimiawi	Mengidentifikasi kapang patogen dalam udara di ruang perpustakaan di tiga fakultas di Kampus Universitas Indonesia Depok, serta mengobservasi faktor-faktor dalam ruang yang diduga berhubungan dengan keberadaan kapang patogen di dalam ruangan perpustakaan tersebut.	Penelitian ini merupakan studi 'cross-sectional'.	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.
3.	Mara Di Giulio, Rosella Grande, Emanuela Di Campi, Soraya Di Bartolomeo, Luigina Cellini	2010	<i>Indoor Air Quality in University Environments</i>	Studi ini mengevaluasi mengenai mikroflora yang terdapat pada udara di tiga gedung Universitas Chieti (Italia).	Penelitian ini menggunakan metode kualitatif-kuantitatif dengan menggunakan <i>settle plate method</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> .
4.	Rizka Tiara Vindrahapsari	2016	Kondisi Fisik dan Jumlah Bakteri Udara pada Ruangan AC dan non AC di Sekolah Dasar	Mengetahui perbedaan jumlah bakteri pada ruangan AC dan non AC serta menganalisis hubungan suhu, kelembaban, dan pencahayaan dengan jumlah bakteri.	Metode yang digunakan adalah metode Cross Sectional dengan jenis penelitian explanatory research.	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>	Mengevaluasi konsentrasi bakteri dan jamur di lingkungan dalam ruangan Perpustakaan Universitas Jimma, serta untuk memperkirakan bahaya kesehatan dan membuat standar di dalam ruangan untuk mengontrol kualitas udara.	Pengambilan sampel menggunakan cawan petri yang sudah berisi media yang digunakan untuk mengumpulkan sampel sebanyak dua kali dalam sehari.	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 penelitian terdahulu, diketahui banyak terdapat pencemaran udara dalam ruangan akibat adanya mikroorganisme seperti bakteri dan jamur, dan faktor fisik seperti kelembaban, suhu, maupun pencahayaan yang tidak sesuai dengan NAB. Bakteri dan jamur yang tersebar di udara dalam ruangan dapat berupa patogen yang dapat mempengaruhi kesehatan manusia. Oleh karena itu, perlu adanya penelitian yang mengkaji lebih lanjut untuk mengetahui faktor-faktor apa saja yang dapat meningkatkan pertumbuhan mikroba di udara dalam ruangan.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini akan dilakukan pada bulan Desember 2022 hingga Maret 2023. Lokasi yang digunakan untuk penelitian ini yaitu mushola, Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Kualitas Air, serta ruang auditorium pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan di Universitas Islam Indonesia. Pada mushola tepatnya di tempat shalat pria dan tempat penyimpanan mukena dengan titik sampling masing-masing sebanyak 1 titik, sedangkan pada Laboratorium Bioteknologi dengan titik sampling sebanyak 2 titik, Laboratorium Kualitas Air dengan titik sampling sebanyak 1 titik, dan ruang auditorium dengan titik sampling sebanyak 1 titik. Beberapa ruangan tersebut dipilih karena merupakan fasilitas yang sering digunakan oleh mahasiswa/i maupun dosen. Oleh karena itu, ruangan yang sering digunakan maka perlu diperhatikan kondisi kualitas udara dalam ruangan karena merupakan salah satu faktor yang berpengaruh pada kesehatan manusia.

Pada pemilihan titik sampling berdasarkan perbedaan cahaya yang masuk ke dalam ruangan, karena pencahayaan juga merupakan faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan jamur dalam ruangan. Selain itu, pada mushola dan ruang auditorium menggunakan AC sedangkan kedua laboratorium tidak menggunakan AC, yang mana AC dapat menjadi alternatif pengganti ventilasi alami dan meningkatkan kenyamanan serta produktivitas namun jika AC jarang dibersihkan akan menjadi tempat mikroorganisme berkembang biak. Selain itu, kelembaban dan suhu juga merupakan salah satu faktor dari adanya kontaminasi mikrobiologi di udara dalam ruangan. Sedangkan pemilihan titik sampling untuk kontrol negatif adalah ruang auditorium FTSP karena ruangan tersebut jarang adanya kegiatan atau aktivitas mahasiswa/i.

3.2 Alat dan Bahan

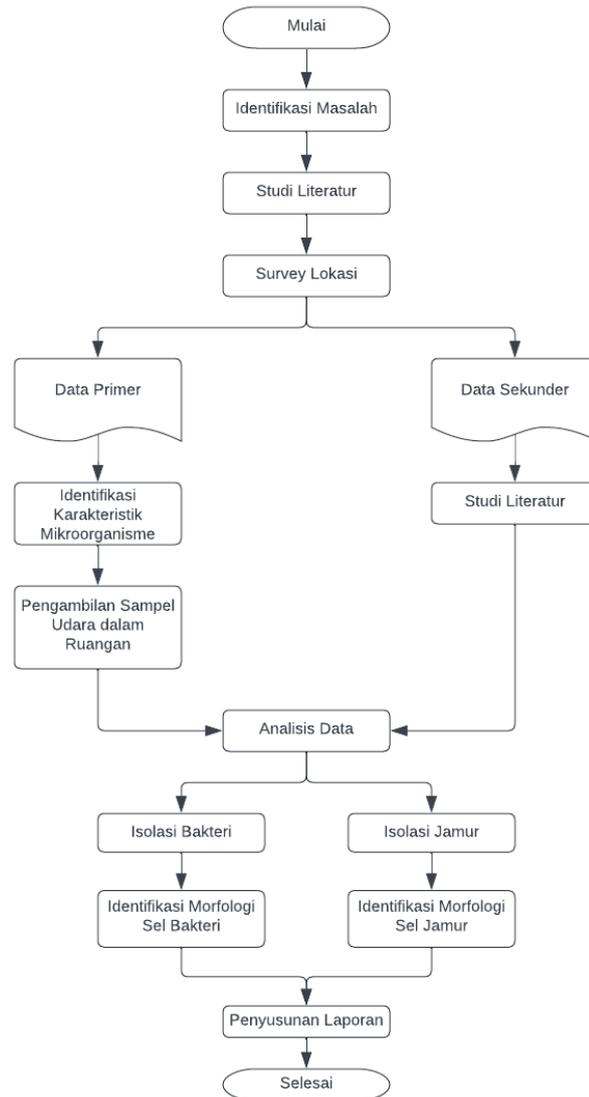
Microbiological Air Sampler adalah alat untuk mengetahui kepadatan atau jumlah koloni suatu mikroorganisme di udara pada suatu ruangan, hingga per meter kubik udara. MAS membutuhkan cawan petri yang berukuran standar (90mm) baik yang terbuat dari bahan gelas atau kaca (*disposable*). Kultur media yang digunakan yaitu kultur media yang seringkali digunakan untuk analisa total bakteri dan/atau jamur di laboratorium mikrobiologi, antara lain *Nutrient Agar* dan *Potato Dextrose Agar*. Selain MAS pada penelitian ini juga menggunakan alat seperti higrometer untuk mengukur kelembaban udara dan suhu ruang serta lux meter untuk mengukur pencahayaan.



Gambar 3. 1 *Microbiological Air Sampler*

3.3 Metode Analisis Data

Berikut merupakan diagram alir tahapan yang akan dilakukan pada proses penelitian yaitu :



Gambar 3.2 Diagram Alir Tahapan Proses Penelitian

3.3.1 Jenis dan Variabel

Variabel yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan dua variabel sebagai berikut :

3.3.1.1 Variabel Bebas

Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat dan merupakan variabel penyebab, variabel bebas pada penelitian ini meliputi :

1. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *purposive sampling*
2. Parameter yang digunakan yaitu kelembaban udara, suhu ruang, dan pencahayaan

3.3.1.2 Variabel Terikat

Variabel terikat adalah variabel yang sedang diobservasi dalam penelitian, variabel terikat pada penelitian ini meliputi :

1. Jumlah bakteri di udara dalam ruangan

2. Jumlah jamur di udara dalam ruangan

3.3.2 Tahap Pembuatan Media

1. NA

Media NA dibuat dengan cara melarutkan NA bubuk sebanyak 20 gram dengan 1 liter aquades. Media dihomogenkan dengan *stirrer* sekaligus dipanaskan menggunakan *hot plate*, kemudian disterilisasi dengan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C selama 15 menit, sehingga media steril atau tidak terkontaminasi mikroorganisme.

Pada penelitian ini menggunakan NA karena pepton pada NA menyediakan sumber protein sehingga mikroorganisme dapat tumbuh. Kehadiran NaCl dalam NA berfungsi untuk mempertahankan konsentrasi garam dalam medium sehingga tekanan osmotik pada bakteri dan medium tetap seimbang. Media NA umumnya digunakan untuk mengamati penampilan atau morfologi koloni bakteri (Munandar, 2016).

2. PDA

Media PDA dibuat dengan cara melarutkan PDA bubuk dengan aquades. Media yang telah ditimbang dimasukkan ke erlenmeyer dan masukkan aquades kemudian aduk hingga tercampur merata dengan batang pengaduk. Media dipanaskan hingga seluruh komponen larut dan warna media menjadi bening. Media yang telah larut dituangkan pada tabung reaksi sebanyak 3-5 ml atau sekitar 1/3 volume tabung. Kemudian tutup tabung reaksi menggunakan kapas dan mulai proses sterilisasi. Pada penelitian ini menggunakan PDA karena merupakan media yang umum digunakan untuk budidaya jamur di laboratorium karena memiliki pH yang netral yaitu 7 (Cappucino, 2014).

3.3.3 Tahap Pengambilan Sampel

A. Data Kelembaban di Ruangan

Pengumpulan data kelembaban diukur menggunakan hygrometer dengan cara meletakkan hygrometer selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil di ruangan pada beberapa titik sampel yang sama di setiap ruang. Pengukuran kelembaban dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

B. Data Suhu di Ruangan

Pengumpulan data kelembaban diukur menggunakan termometer dengan cara meletakkan termometer selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil di ruangan pada beberapa titik sampel yang sama di setiap ruang. Pengukuran kelembaban dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

C. Data Pencahayaan di Ruangan

Pengumpulan data kelembaban diukur menggunakan lux meter dengan cara meletakkan lux meter selama beberapa menit hingga menunjukkan angka yang stabil di ruangan pada beberapa titik sampel yang sama di setiap ruang. Pengukuran kelembaban dilakukan secara bersamaan dengan pemeriksaan jumlah bakteri dan jamur dalam ruangan yang sama pada saat adanya kegiatan di dalam ruangan.

D. Data Jumlah Bakteri di Ruangan

Pengumpulan data jumlah bakteri diukur dengan menggunakan *microbiology air sampler* dengan meletakkan alat tersebut selama kurang lebih 1 jam yang sebelumnya alat tersebut sudah diisi dengan cawan petri berisi media *nutrient agar* yang sudah disterilkan dalam autoklaf terlebih dahulu.

E. Data Jumlah Jamur di Ruangan

Pengumpulan data jumlah jamur diukur dengan menggunakan *microbiology air sampler* dengan meletakkan alat tersebut selama kurang lebih 1 jam yang sebelumnya alat tersebut sudah diisi dengan cawan petri berisi media PDA (*Potato Dextrose Agar*) yang sudah disterilkan dalam autoklaf terlebih dahulu.

3.3.4 Tahap Pengujian Sampel

Metode analisis data yang digunakan pada penelitian ini yaitu menggunakan analisis deskriptif kuantitatif. Analisis deskriptif kuantitatif merupakan metode yang bertujuan untuk membuat gambar atau deskripsi tentang suatu keadaan berdasarkan pandangan objektif yang menggunakan angka, mulai dari pengumpulan data, interpretasi terhadap data tersebut serta penampilan dan hasilnya. Pada penelitian ini, analisis deskriptif kuantitatif dilakukan dengan cara melakukan pengambilan sampel udara dalam ruangan kemudian dilakukan pengujian sampel di laboratorium.

1. Perhitungan Jumlah Koloni Bakteri

Setelah sampel bakteri diinkubasi, selanjutnya menghitung koloni pada cawan petri menggunakan *Colony Counter*. Pada saat objek ditekan dengan menggunakan

spidol ukuran tertentu, maka spidol akan memberikan tanda pada objek yang telah terhitung sehingga objek tidak terhitung ulang, *indicator buzzer* akan berbunyi sebagai tanda objek telah terhitung dan *limit switch* tertekan akan memberikan *counter* pada tampilan LCD dari jumlah koloni tersebut (Ubay Fakhruddin, 2007).

2. Pewarnaan Gram Bakteri

Teknik pewarnaan gram dilakukan dengan langkah pertama yaitu membersihkan preparat menggunakan alkohol 95% dan dilewatkan nyala api bunsen. Ambil bakteri yang berada pada media menggunakan jarum ose secara aseptis dan dioles tipis pada preparat. Fiksasi spesimen dilakukan dengan cara melewati preparat di atas api bunsen kemudian teteskan kristal violet dan diamkan selama 1 menit lalu bilas dengan aquadest. Lakukan hal yang sama pada iodine kemudian selanjutnya dilakukan dekolorisasi menggunakan alkohol 95%. Kemudian teteskan safranin dan diamkan selama 1 menit lalu bilas dengan aquadest. Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop untuk melihat bentuk bakteri terhadap zat warna. Apabila bakteri berwarna ungu menandakan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri gram positif, namun apabila bakteri berwarna merah menandakan bahwa bakteri tersebut merupakan bakteri gram negatif (Rahmatullah et al., 2021).

3. Pewarnaan Jamur

Pewarnaan *lactophenol cotton blue* dilakukan pada jamur yang sudah ditumbuhkan pada media *potato dextrose agar*. Kaca preparat dibersihkan menggunakan alkohol kemudian dilewatkan beberapa kali di atas api bunsen. Sebanyak 1 sampai 2 tetes aquades diteteskan di atas kaca preparat. Jamur diambil menggunakan jarum ose kemudian digoreskan pada kaca preparat. Selanjutnya kaca preparat difiksasi dengan cara dilewatkan di atas api bunsen. *Lactophenol cotton blue* diteteskan di atas kaca preparat kemudian ditutup menggunakan *cover glass*. Setelah itu didiamkan selama 10 menit kemudian diamati menggunakan mikroskop (Kairupan, 2019).

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Lokasi Penelitian

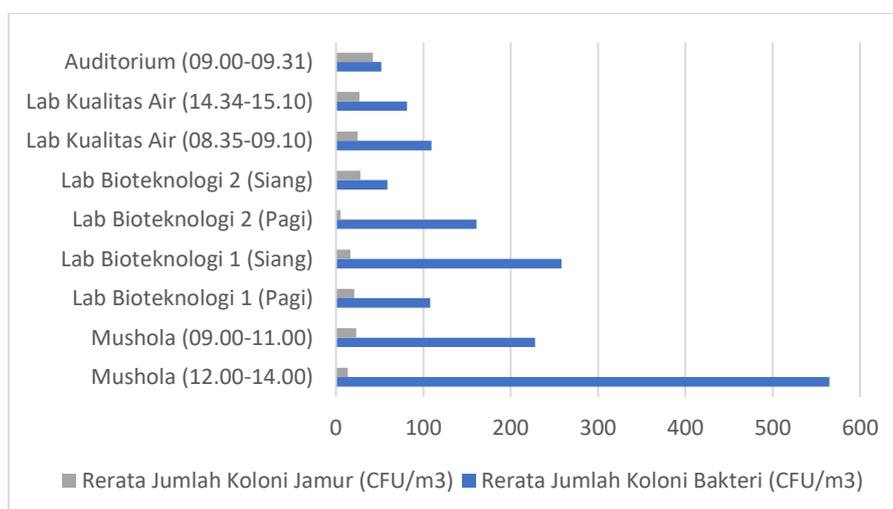
Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan berlokasi di Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia, Kecamatan Ngemplak, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta.

Sampel yang digunakan yaitu mushola, Laboratorium Bioteknologi, Laboratorium Kualitas Air, serta ruang auditorium pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Data yang diambil dari ruangan-ruangan tersebut terdiri dari kelembaban udara, suhu ruang, dan pencahayaan. Sedangkan untuk parameter mikrobiologi seperti bakteri dan jamur. Pada mushola tepatnya di tempat shalat pria dan tempat penyimpanan mukena dengan titik sampling masing-masing sebanyak 1 titik, sedangkan pada Laboratorium Bioteknologi dengan titik sampling sebanyak 2 titik, Laboratorium Kualitas Air dengan titik sampling sebanyak 1 titik, dan ruang auditorium dengan titik sampling sebanyak 1 titik.

4.2 Hasil Penelitian

4.2.1 Hasil Pemeriksaan Jumlah Koloni Bakteri dan Jamur

Hasil pemeriksaan jumlah koloni bakteri dan koloni jamur yang dilakukan di laboratorium dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4. 1 Hasil Pengukuran Jumlah Mikroba

Berdasarkan dari hasil pengambilan sampel didapatkan jumlah koloni bakteri paling banyak yaitu di mushola pada waktu 12.00 yaitu sebanyak 565 CFU/m³ dengan jumlah pengunjung sebanyak 58 orang. Sedangkan jumlah koloni bakteri paling sedikit yaitu di auditorium sebanyak 52 CFU/m³ dengan jumlah pengunjung sebanyak 2 orang. Untuk hasil pengambilan sampel pada jamur didapatkan jumlah koloni jamur paling banyak yaitu di mushola pada waktu 12.00 yaitu sebanyak 19 CFU/m³ dengan jumlah pengunjung sebanyak

25 orang. Sedangkan jumlah koloni jamur paling sedikit yaitu di Laboratorium Bioteknologi 2 sebanyak 5 CFU/m³ dengan jumlah pengunjung sebanyak 3 orang.

Berdasarkan grafik tersebut diperoleh data hasil yang beragam. Pada mushola waktu pagi jumlah bakteri sebesar 228 CFU/m³ dan pada mushola waktu siang jumlah bakteri sebesar 565 CFU/m³ dikarenakan jumlah pengunjung lebih banyak dan kelembaban lebih tinggi di siang hari. Pada Laboratorium Bioteknologi 1 waktu pagi jumlah bakteri sebesar 108 CFU/m³ dan pada Laboratorium Bioteknologi 1 waktu siang jumlah bakteri sebesar 258 CFU/m³ dapat dikarenakan faktor lain seperti oksigen. Pada Laboratorium Bioteknologi 2 waktu pagi jumlah bakteri sebesar 161 CFU/m³ dan pada Laboratorium Bioteknologi 2 waktu siang jumlah bakteri sebesar 59 CFU/m³ dikarenakan kelembaban lebih tinggi dan suhu lebih rendah serta jumlah pengunjung lebih banyak di pagi hari. Pada Laboratorium Kualitas Air waktu pagi jumlah bakteri sebesar 110 CFU/m³ dan pada Laboratorium Kualitas Air waktu siang jumlah bakteri sebesar 82 CFU/m³ dikarenakan kelembaban lebih tinggi dan suhu lebih rendah di pagi hari.

Berdasarkan grafik tersebut diperoleh data hasil yang beragam. Pada mushola waktu pagi jumlah jamur sebesar 23 CFU/m³ dan pada mushola waktu siang jumlah jamur sebesar 14 CFU/m³ dikarenakan suhu dan pencahayaan lebih rendah di pagi hari. Pada Laboratorium Bioteknologi 1 waktu pagi jumlah jamur sebesar 21 CFU/m³ dan pada Laboratorium Bioteknologi 1 waktu siang jumlah jamur sebesar 17 CFU/m³ dikarenakan suhu dan pencahayaan lebih rendah di pagi hari. Pada Laboratorium Bioteknologi 2 waktu pagi jumlah jamur sebesar 5 CFU/m³ dan pada Laboratorium Bioteknologi 2 waktu siang jumlah jamur sebesar 28 CFU/m³ dikarenakan suhu lebih rendah di siang hari. Pada Laboratorium Kualitas Air waktu pagi jumlah jamur sebesar 25 CFU/m³ dan pada Laboratorium Kualitas Air waktu siang jumlah jamur sebesar 27 CFU/m³ dapat dikarenakan faktor lain seperti oksigen.

Kebutuhan mikroorganisme seperti bakteri terhadap kesediaan udara, terutama oksigen sangat beragam tergantung dari jenis bakteri tersebut. Bakteri dikategorikan menjadi dua kelompok yaitu aerob dan anaerob menurut Hogg (2006). Oksigen menjadi faktor pembatas yang menentukan kecepatan pertumbuhan bakteri dan produksi metabolit sekunder yang dihasilkannya (Ndao, 2017).

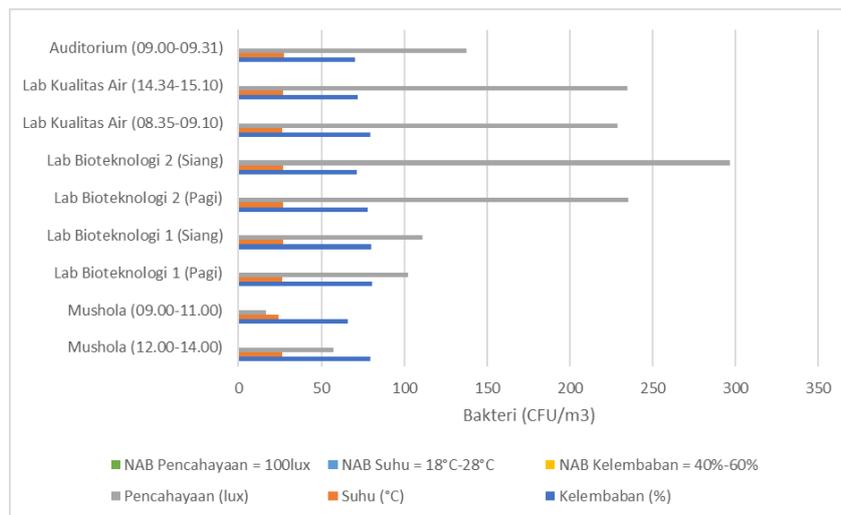
4.2.2 Karakteristik Bakteri dan Jamur

Dari hasil pewarnaan gram pada bakteri yang dilakukan di laboratorium, jumlah bakteri gram positif lebih sedikit dibandingkan dengan bakteri gram negatif. Pada 11 titik sampel, didapatkan bakteri gram positif sebanyak 21 dan bakteri gram negatif sebanyak 40. Sedangkan untuk bentuk bakteri didapatkan lebih banyak bakteri berbentuk kokus

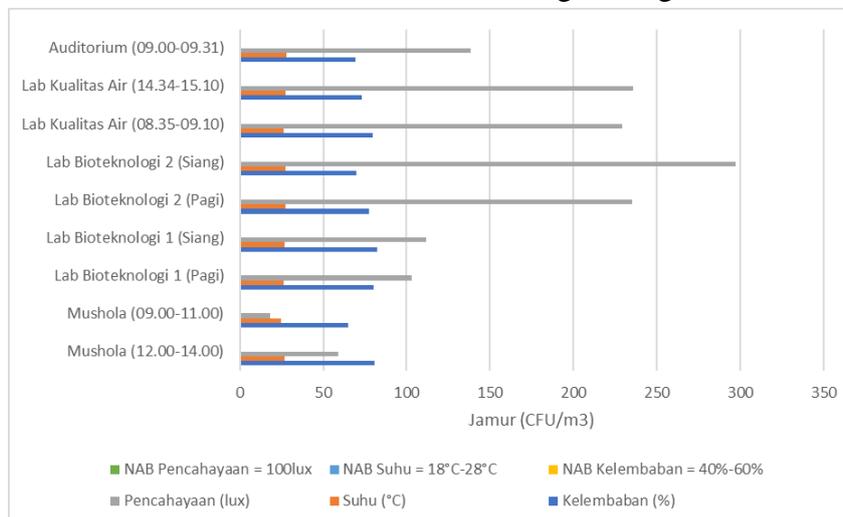
dibandingkan dengan bakteri berbentuk basil. Dari 11 titik sampel, didapatkan bakteri berbentuk kokus sebanyak 55 dan bakteri berbentuk basil sebanyak 6. Untuk hasil pengujian jamur yang dilakukan di laboratorium, didapatkan hasil jamur di udara yang terdapat pada ruangan-ruangan yang diuji yaitu *Absidia*, *Cladosporium*, *Chrysosporium*, *Aspergillus*, dan *Scopulariopsis*.

4.2.3 Hasil Pemeriksaan Kualitas Fisik Ruangan

Data yang diperoleh terdiri dari hasil pengukuran kelembaban, suhu, dan pencahayaan yang berasal dari pengukuran langsung kualitas ruangan.



Gambar 4. 2 Hasil Kualitas Fisik Ruangan dengan Bakteri



Gambar 4. 3 Hasil Kualitas Fisik Ruangan dengan Jamur

Dari gambar grafik tersebut menunjukkan bahwa untuk bakteri nilai maksimal kelembaban yang diperiksa yaitu 81%, nilai maksimal suhu yang diperiksa yaitu 27,6°C, nilai maksimal pencahayaan yang diperiksa yaitu 297 lux. Sedangkan untuk jamur nilai maksimal kelembaban yang diperiksa yaitu 82%, nilai maksimal suhu yang diperiksa yaitu 27,7°C, nilai maksimal pencahayaan yang diperiksa yaitu 298 lux. Berdasarkan dengan nilai ambang batas

yang mengacu pada Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016 didapatkan hasil untuk bakteri maupun jamur kelembaban semua ruang tidak memenuhi syarat, sedangkan suhu hanya 56% yang memenuhi syarat, dan pencahayaan hanya 78% yang memenuhi syarat.

4.3 Pembahasan

4.3.1 Koloni Bakteri dan Jamur

Berdasarkan hasil pengujian laboratorium, menunjukkan jumlah bakteri di udara berkisar antara 52 CFU/m³ pada ruang auditorium sampai 565 CFU/m³ pada mushola pukul 12.00 dengan rata-rata jumlah bakteri 180 CFU/m³, sedangkan pada jumlah jamur berkisar antara 5 CFU/m³ pada Laboratorium Bioteknologi 2 sampai 43 CFU/m³ pada ruang auditorium dengan rata-rata jumlah jamur 22 CFU/m³. Berdasarkan dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016 mengenai Nilai Ambang Batas pada pertumbuhan mikroba, terdapat 1 titik yang melebihi baku mutu yaitu mushola dengan konsentrasi bakteri sebesar 565 CFU/m³.

4.3.2 Identifikasi Bakteri dan Jamur Dalam Ruangan

1. Bakteri

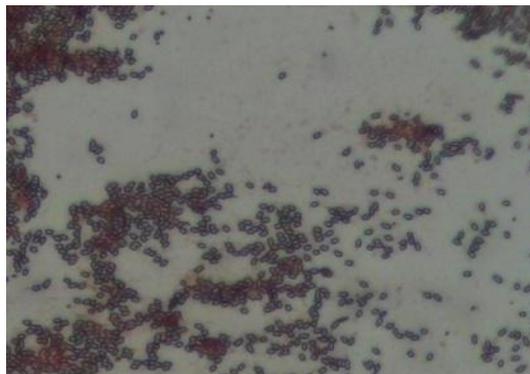
Udara tidak mengandung komponen nutrisi yang penting bagi pertumbuhan bakteri, adanya bakteri di udara kemungkinan terbawa oleh debu, tetesan uap air kering atau terbawa oleh tiupan angin. Bakteri yang berasal dari udara biasanya akan menempel pada lantai, ruangan, ataupun pada permukaan tanah. Bakteri yang berasal dari udara misalnya seperti *Bacillus sp.*, *Clostridium sp.*, *Staphylococcus sp.*, *Streptococcus sp.*, *Pneumococcus sp.*, dan *Coliform* (Bibiana, 1992).

Bacillus sp dapat menyebabkan gangguan kesehatan pada manusia seperti muntah, gejala diare, kram perut, dan sebagainya jika makanan yang dikonsumsi terkontaminasi oleh bakteri tersebut. Botulisme merupakan salah satu penyakit yang diakibatkan oleh bakteri *Clostridium Botulinum* yang dapat menghasilkan racun yang menyerang sistem saraf. Sedangkan *Clostridium Tetani* menyebabkan penyakit tetanus yang membuat otot rangka mengalami kekakuan dan kejang-kejang. Bakteri *Streptococcus pyogenes* menyebabkan penyakit seperti faringitis, meningitis, selulitis, bakteremia, dan pneumonia (Chiang-Ni et al., 2015).

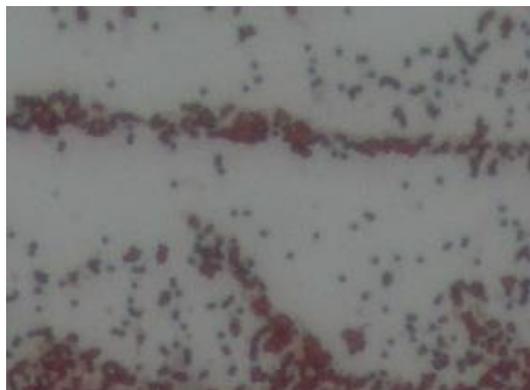
Secara garis besar berdasarkan pewarnaan gram, bakteri dikelompokkan menjadi dua yaitu bakteri gram positif dan bakteri gram negative. Bakteri gram positif adalah bakteri yang mempertahankan zat warna gram A yang mengandung kristal violet, pada saat dilakukan proses pewarnaan gram. Bakteri gram positif akan

berwarna ungu pada saat dilihat melalui mikroskop, sedangkan bakteri gram negatif akan berwarna merah karena warna ungu tersebut dilunturkan kemudian mengikat zat warna gram D sebagai warna kontras. Perbedaan klasifikasi antara kedua jenis bakteri tersebut terutama didasarkan pada perbedaan struktur dinding sel pada bakteri (Brooks, 2001). Pada bakteri gram positif susunan lebih sederhana yang terdiri atas dua lapis tetapi mempunyai lapisan peptidoglikan tebal sedangkan pada bakteri gram negatif susunan lebih kompleks yang terdiri atas tiga lapis tetapi mempunyai lapisan peptidoglikan tipis (Beveridge, 1999).

Berdasarkan hasil pewarnaan gram pada bakteri yang dilakukan di laboratorium, jumlah bakteri gram negatif di udara lebih banyak dibandingkan dengan bakteri gram positif. Sedangkan untuk bentuk bakteri itu sendiri didapatkan lebih banyak bakteri berbentuk kokus dibandingkan dengan bakteri berbentuk basil. Dari hasil pengujian semua cawan petri, hanya pada Laboratorium Bioteknologi 1 yang pengambilan datanya dilakukan pada siang hari yang terdapat bakteri gram negatif berbentuk kokus keseluruhan.



Gambar 4. 4 Bakteri Gram Positif Berbentuk Basil



Gambar 4. 5 Bakteri Gram Negatif Berbentuk Kokus

2. Jamur

Mikroorganisme berada di setiap tempat dan salah satunya di udara. Jamur merupakan salah satu mikroorganisme di udara yang ditemukan dalam bentuk spora dengan ukuran yang sangat kecil sehingga dapat dengan mudah menyebar melalui udara. Spora jamur yang tumbuh sering menjadi salah satu permasalahan di bidang laboratorium (Apriliawati, 2009).

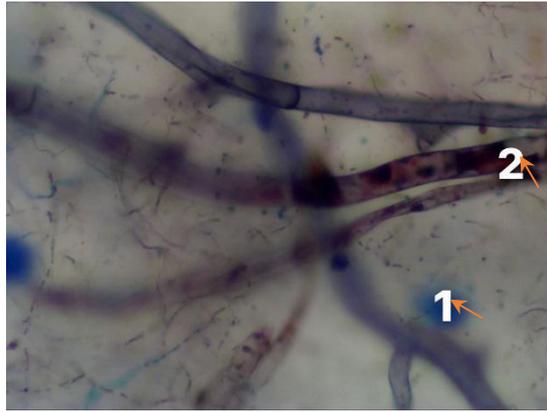
Beberapa jenis jamur di udara dalam ruangan yang sering ditemui dan memiliki dampak bagi kesehatan manusia yaitu *Alternaria*, *Aspergillus*, *Cladosporium*, dan *Penicillium*, serta *Stachybotrys*. Banyak jenis jamur pada bangunan yang dapat tumbuh dan memiliki potensi untuk mengurangi kualitas udara dalam ruangan, tetapi hanya sebagian kecil yang menyebabkan infeksi pada manusia (Fetcher, 2002).

Berdasarkan hasil penelitian pada jamur yang dilakukan di laboratorium, didapatkan hasil jamur di udara yang terdapat pada ruangan-ruangan yang diuji yaitu *Absidia*, *Cladosporium*, *Chrysosporium*, *Aspergillus*, dan *Scopulariopsis*. Berikut merupakan penjelasan terkait jamur-jamur tersebut.

- ***Absidia***

Absidia adalah genus fungi dari family mucoraceae ordo mucorales, jamur yang berada di alam bebas dan tersebar di seluruh dunia. Jamur ini juga dikenal jamur pemakan daging. Reproduksi aseksual dengan *sporangiospora* yang banyak menghasilkan *zygote*. *Sporangiol* yang berukuran kecil berisi 1 sampai 30 spora. Spora tunggal pada *sporangiol* disebut candida ini terbentuk bersama dinding sel. Reproduksi seksualnya menggunakan *Zygosporase* (Berkhout, 1923).

Infeksi akut yang disebabkan oleh jamur *Absidia sp* salah satunya adalah *Zigomikosis*. Jika spora terhisap oleh pasien diabetes melitus, malnutrisi atau berada dalam terapi kortikosteroid, obat anti leukemia serta antibiotic akan menyebabkan infeksi pada nasal sinusis dan daerah orbitas mata. Infeksi akan dapat cepat menyebar ke otak dan meninges sehingga menyebabkan meningoencephalitis sangat cepat dan fatal, penyakit ini akan menyebar ke paru-paru dan saluran pencernaan (Kern, 1985).



Gambar 4. 6 *Absidia*

- 1) Sporangium adalah sporangia-sporangia yang merupakan suatu wadah atau tempat pembentukan spora.
- 2) Sporangiofor adalah hifa yang menyerupai batang yang tumbuh ke atas.



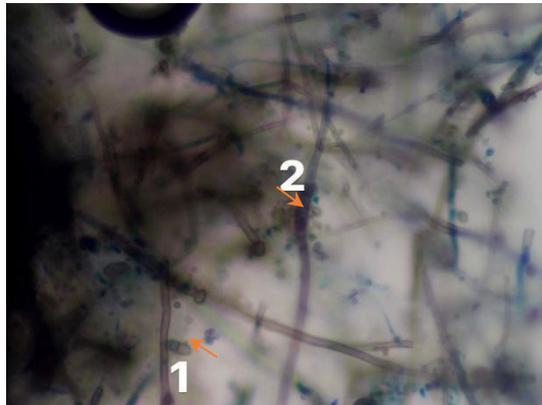
Sumber : (Adelmo, 2007)

- ***Cladosporium***

Genus *Cladosporium* adalah salah satu genera hyphomycetes terbesar. Banyak hyphomycetes berpigmen yang mirip secara dangkal dengan konidia amero hingga phragmospora yang terbentuk pada rantai acropetal telah ditempatkan di *Cladosporium* s. lat., yang membuat genus tersebut sangat heterogeny. Berdasarkan pemeriksaan SEM terperinci, menunjukkan bahwa spesies *Cladosporium* sejati jelas ditandai oleh struktur seragam bekas luka conidiogenous korona (David, 1997). Lokus konidiogen dan hila konidial menonjol dan memiliki kubah cembung di tengah, dikelilingi oleh tepi periklinal yang terangkat.

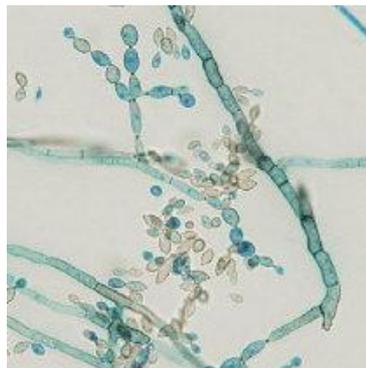
Cladosporium banyak dijumpai baik di tempat hangat dan tempat dingin. Jamur ini dapat mengkontaminasi berbagai jenis furniture seperti kayu, kain, karpet, dan juga dinding ruangan. Jamur jenis ini menjadi salah satu

pencemar udara terburuk yang dapat menyebabkan sistem pernapasan terganggu.



Gambar 4. 7 *Cladosporium*

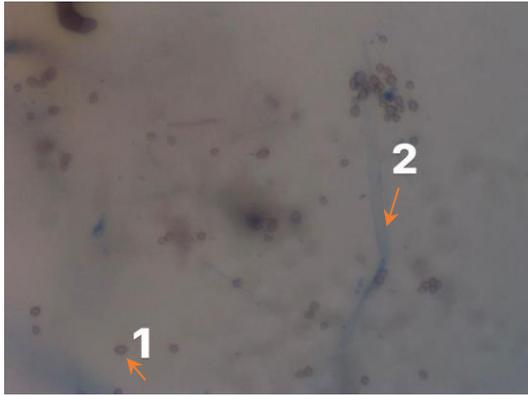
- 1) Konidia adalah spora aseksual yang terbentuk di ujung atau samping konidiofor.
- 2) Konidium adalah konidia-konidia yang merupakan spora jamur aseksual.



Sumber : (Xiaoping, 2013)

- ***Chrysosporium***

Chrysosporium spp. sebagian besar saprofit dan keratinolitik. Jamur tersebut tersebar luas dan dapat diisolasi dari berbagai habitat seperti udara, laut, lumpur, dan air limbah (Ulfig & Korcz, 1995). Secara morfologi, koloni tumbuh cukup cepat, rata, berwarna putih hingga krem dan coklat, seringkali dengan tekstur permukaan seperti tepung atau butiran. Pigmen terbalik tidak ada warna atau kuning kecoklatan pucat seiring bertambahnya usia. Hyaline, konidia bersel satu diproduksi langsung pada hifa vegetatif oleh sel konidiogen yang tidak terspesialisasi. Jamur tersebut dapat menyebabkan gangguan saluran pernapasan pada manusia.



Gambar 4. 8 *Chrysosporium*

- 1) Konidia adalah spora aseksual yang terbentuk di ujung atau samping konidiofor.
- 2) Konidiogen adalah sel aseksual tunggal yang terbentuk langsung dari sel pada hifa atau suatu sel hifa.

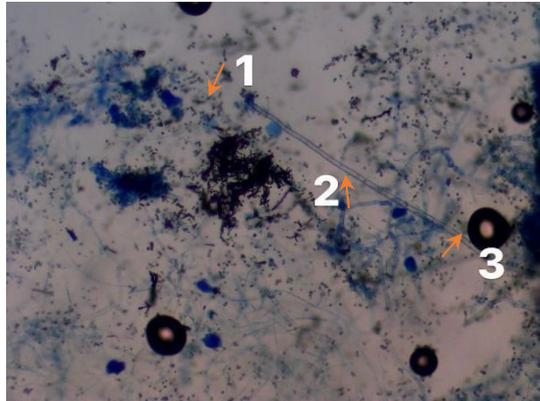


Sumber : (Stchigel dkk, 2013)

- ***Aspergillus***

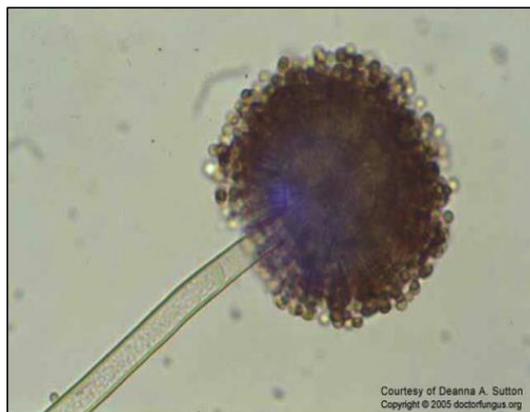
Aspergillus dapat hidup dan ditemukan pada berbagai substrat sehingga disebut sebagai salah satu kapang kosmopolit, contohnya pada bahan pangan seperti sereal dan biji-bijian, tanah, udara, serasah, dan endofit serta filoplan pada tanaman, dan sebagainya (Gandjar, 2018). Morfologi dari genus *Aspergillus* berfilamen, terutama terdiri dari sel rantai yang pada gilirannya membentuk struktur yang dikenal sebagai hifa. Hifa yang membentuk miselium jamur tersebut ditandai dengan menjadi septate dan memiliki diameter kurang lebih antara 2,6 dan 8,0 mikron. Dengan cara yang sama, hifa tersebut bercabang dan menghasilkan apa yang disebut kepala konidia ketika mereka bersentuhan dengan udara. Ini dapat menghasilkan hingga 500.000 konidia.

Mikotoksin adalah metabolit sekunder produk dari kapang berfilamen, dimana pada beberapa situasi, akan dapat berkembang pada makanan yang berasal dari tumbuhan maupun hewan. *Aspergillus sp* merupakan salah satu jenis kapang yang paling umum menghasilkan racun mikotoksin dan sering mencemari makanan manusia serta pakan hewan (Zinedine dan Manes, 2009).



Gambar 4. 9 *Aspergillus*

- 1) Konidia adalah spora aseksual yang terbentuk di ujung atau samping konidiofor.
- 2) Konidiofor adalah hifa sederhana atau bercabang yang berasal dari hifa somatic dan menghasilkan satu atau lebih sel-sel konidiogen.
- 3) Vesikula adalah struktur yang menyerupai kantung, berada dalam jumlah besar di lokasi pertumbuhan dinding sel, terutama pada hifa apikal.

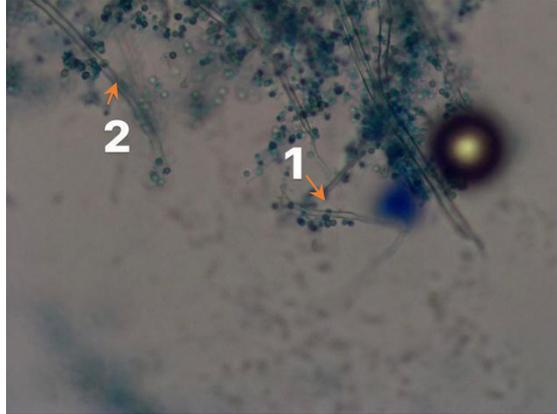


Sumber : Evergreen State Collage

- ***Scopulariopsis***

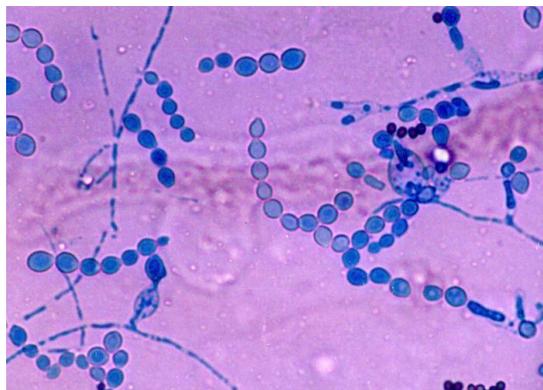
Scopulariopsis sp. adalah saprofit tanah yang umum dan telah diisolasi dari berbagai substrat (Kwon-Chung, 1992). *Scopulariopsis* termasuk dalam hyphomycetes. Spesies ini umumnya ditemukan di tanah, kayu yang

membusuk, dan berbagai produk tumbuhan dan hewan lainnya. Di lingkungan dalam ruangan *Scopulariopsis* ditemukan di dinding kering, papan selulosa, wallpaper, kayu, dan pada debu kasur. Jamur tersebut dapat menyebabkan gangguan saluran pernapasan pada manusia.



Gambar 4. 10 *Scopulariopsis*

- 1) Askospora adalah spora yang dihasilkan melalui perkawinan jamur *ascomycota*.
- 2) Konidiofor adalah hifa sederhana atau bercabang yang berasal dari hifa somatic dan menghasilkan satu atau lebih sel-sel konidiogen.



Sumber : (Gonzalez dkk, 2017)

4.3.3 Hubungan Kelembaban Ruang dengan Jumlah Bakteri dan Jamur

1. Bakteri

Hasil pengukuran kelembaban ruang menunjukkan bahwa kelembaban semua ruangan yang diukur tidak memenuhi syarat berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016. Kelembaban udara merupakan representasi dari uap air yang terkandung pada udara. Semakin tinggi kelembaban udara maka semakin tinggi pula kandungan uap air di udara. Uap air yang tinggi berperan penting terhadap pertumbuhan bakteri, karena uap air merupakan media bakteri di udara untuk bertahan hidup (Jjemba, 2004).

Faktor lain yang mungkin mengakibatkan kelembaban tinggi karena keberadaan banyaknya furniture yang mengakibatkan keberadaan bakteri dalam ruangan tersebut. Banyaknya furniture dalam ruangan mengakibatkan mudahnya debu menempel pada permukaan furniture tersebut sehingga dibutuhkan kebersihan ekstra dalam ruangan.

2. Jamur

Hasil pengukuran kelembaban ruang menunjukkan bahwa kelembaban semua ruangan yang diukur tidak memenuhi syarat berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016. Pada kondisi kelembaban ruang terlalu tinggi jamur akan cepat membusuk namun jika kelembaban ruang terlalu rendah jamur menjadi kerdil dan kurus. Umumnya jamur akan tumbuh dengan baik pada keadaan udara yang cukup lembab. Hal tersebut erat hubungannya dengan kebutuhan jamur akan air, sekitar 88% sampai dengan 90% jamur terdiri dari air (Sinaga, 2006).

4.3.4 Hubungan Suhu Ruang dengan Jumlah Bakteri dan Jamur

1. Bakteri

Hasil pengukuran suhu ruang menunjukkan terdapat 3 titik melebihi nilai ambang batas atau tidak memenuhi syarat. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016 nilai ambang batas yaitu 23°C sampai dengan 26°C dan hasil pengukuran suhu ruang yaitu sebesar 24,4°C sampai dengan 27,6°C. Suhu optimum yang dibutuhkan bakteri yaitu 20°C sampai dengan 37°C sehingga dengan suhu ruangan-ruangan yang diteliti tersebut bakteri masih dapat tumbuh (Harti, 2015).

Sumber bakteri dalam ruangan dapat disebabkan oleh faktor lain yang tidak diteliti pada penelitian ini yaitu misalnya pada mushola terdapat sajadah dan tumpukan mukena sedangkan pada ruang auditorium terdapat tirai dalam ruangan. Sajadah dan tumpukan mukena serta tirai memiliki sifat mudah lembab sehingga bakteri mudah menempel dan berkembang biak. Selain beberapa hal tersebut terdapat kemungkinan faktor lain yang menyebabkan pertumbuhan bakteri yaitu terdapat banyak furniture seperti rak-rak penyimpanan bahan kimia pada laboratorium-laboratorium yang menjadi lokasi untuk pengujian. Bakteri dalam ruangan umumnya terbawa oleh udara bersama debu, hal tersebut memungkinkan semakin banyak furniture maka semakin banyak pula bakteri dalam ruangan tersebut.

2. Jamur

Hasil pengukuran suhu ruang menunjukkan terdapat 4 titik melebihi nilai ambang batas atau tidak memenuhi syarat. Berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016 nilai ambang batas yaitu 23°C sampai dengan 26°C

dan hasil pengukuran suhu ruang yaitu sebesar 24,6°C sampai dengan 27,7°C. Suhu optimum yang dibutuhkan jamur yaitu 22°C sampai dengan 28°C sehingga dengan suhu ruangan-ruangan yang diteliti tersebut jamur masih dapat tumbuh. Untuk pertumbuhan miselium, suhu optimum tergantung dari jenis strain, kelompok strain suhu tinggi menyukai suhu 25°C sampai dengan 30°C sedangkan kelompok strain suhu rendah menyukai suhu 12°C sampai dengan 15°C. Jika terlalu dingin tubuh buah akan banyak mengandung air yang akan berdampak pada kebusukan sedangkan jika terlalu panas akan menghambat pertumbuhan bakal tubuh buah jamur.

4.3.5 Hubungan Pencahayaan dengan Jumlah Bakteri dan Jamur

1. Bakteri

Hasil pengukuran pencahayaan menunjukkan terdapat 7 titik yang memenuhi syarat pencahayaan dan 2 titik yang tidak memenuhi syarat pencahayaan yang mengacu pada Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016. Pencahayaan dalam ruangan bisa menghambat pertumbuhan bakteri (Waluyo, 2009). Cahaya yang berasal dari sinar matahari dapat berpengaruh pada pertumbuhan bakteri (Pommerville, 2007).

Faktor lain yang mungkin mempengaruhi pencahayaan dalam ruangan karena pengambilan data penelitian dilakukan pada beberapa waktu seperti pagi, siang, dan sore hari sehingga berdampak pada hasil pengukuran pencahayaan. Selain itu, kemungkinan adanya faktor lain yang berhubungan dengan keberadaan bakteri dalam ruangan seperti pada mushola terdapat sajadah dan tumpukan mukena, pada ruang auditorium terdapat tirai, serta laboratorium-laboratorium terdapat rak-rak yang digunakan untuk menyimpan bahan kimia, banyaknya benda-benda tersebut mengakibatkan bakteri dalam ruangan yang terbawa oleh udara bersamaan dengan debu mudah menempel pada furniture tersebut.

2. Jamur

Hasil pengukuran pencahayaan menunjukkan terdapat 7 titik yang memenuhi syarat pencahayaan dan 2 titik yang tidak memenuhi syarat pencahayaan yang mengacu pada Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016. Menurut Wulandari (2013) menyebutkan bahwa pada umumnya sel mikroorganisme rusak akibat cahaya matahari, terutama pada mikroba yang tidak mempunyai pigmen fotosintetik.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

- 1) Berdasarkan dengan Surat Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016 mengenai Nilai Ambang Batas pada pertumbuhan mikroba, terdapat 1 titik yang melebihi baku mutu yaitu mushola dengan konsentrasi bakteri sebesar 565 CFU/m³.
- 2) Karakteristik bakteri yang tersebar di udara pada ruangan-ruangan yang dijadikan titik sampling diperkirakan adalah *Bacillus*, *Clostridium*, *Streptococcus*. Sedangkan karakteristik jamur yang tersebar di udara pada ruangan-ruangan yang dijadikan titik sampling berdasarkan hasil penelitian pada jamur yang dilakukan di laboratorium, didapatkan hasil jamur di udara yang terdapat pada ruangan-ruangan yang diuji yaitu *Absidia*, *Cladosporium*, *Chrysosporium*, *Aspergillus*, dan *Scopulariopsis*.
- 3) Berdasarkan dengan hasil identifikasi bakteri dan jamur, faktor yang berpengaruh pada pertumbuhan bakteri dan jamur adalah faktor kepadatan penghuni dan aktivitas di dalam ruangan, suhu, pencahayaan, dan kelembaban. Secara umum, bakteri dan jamur yang berhasil diidentifikasi akan mengakibatkan penyakit seperti pernapasan dan infeksi.

5.2 Saran

Untuk peneliti selanjutnya yang akan mengambil topik yang sama yaitu:

- 1) Mengoptimalkan pengambilan data dengan cara melakukan penambahan variasi waktu dan penambahan jumlah titik sampling agar data lebih lengkap.
- 2) Mengkaji lebih lanjut mengenai faktor-faktor lain yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dan jamur di udara dalam ruangan.
- 3) Mengkaji lebih lanjut terkait dampak kesehatan yang dapat timbul dari adanya bakteri dan jamur di udara dalam ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aditama, Tjandra Y. (1992). *Polusi Udara dan Kesehatan*. Jakarta: Arcan.
- Aditama, Tjandra Y. (2002). *Kesehatan dan Keselamatan Kerja*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Agromedia, (2006). *Budi Daya Jamur Konsumsi*. Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Apriliawati, A. (2009). *Ensiklopedia IPA*. PT Lentera Abadi. Jakarta.
- Berkhout, (1923). *Absidia Species*. Diperoleh dari <https://drfungus.org/knowledge-base/absidia-species/>.
- Beveridge, T.J., (1999). Structures Of Gram-Negative Cell Walls And Their Derived Membrane Vesicles, *J. Bacteriol*, Vol. 181 (16) : 4725-33.
- Brooks, G.F., Janet, S.B., Stephen, A.M., (2001), Jawetz, Melnick, and Adelberg's, *Mikrobiologi Kedokteran*, Alih bahasa oleh Mudihardi, E., Kuntaman, Wasito, E.B., Mertaniasih, N.M., Harsono, S., dan Alimsardjono, L., Penerbit Salemba Medika, Jakarta.
- Cappuccino, J.G. & Sherman N. (2014). *Manual laboratorium biologi*. EGC.
- Chiang-Ni, C., Zheng, P. X., Wang, S. Y., Tsai, P. J., Chuang, W. J., Lin, Y. S., Liu, C. C., Wu, J. J. (2015). Epidemiology analysis of streptococcus pyogenes in a hospital in Southern Taiwan by use of the updated emm cluster typing system. *Journal of Clinical Microbiology* Vol. 54(1). Pp. 157–162.
- DAVID, J.C. (1997). A contribution to the systematics of Cladosporium. Revision of the fungi previously referred to Heterosporium. *Mycological Papers* 172: 1–157.
- Dewi, Francisca Gayuh Utami. (2012). *Pengaruh Kecepatan Dan Arah Aliran Udara Terhadap Kondisi Udara Dalam Ruangan Pada Sistem Ventilasi Alami*.
- Environmental Protection Agency. *Indoor Air Facts No. 4 (revised) Sick Building Syndrome (SBS)*. Environmental Protection Agency, United States//www.epa.gov/iaq/pubs/sbs.html diakses 10 Mei 2023.
- Fsadni, P., F. Bezzina, C. Fsadni, and S. Montefort (2017). The impact of microbiological pollutants on school indoor air quality. *Scientific Research Publishing*, 05(05); 54–65

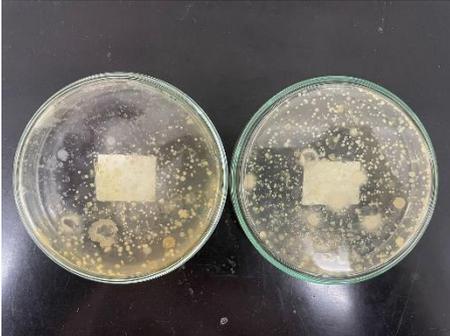
- Hadietomo & Ratna. (1990). *Mikrobiologi Dalam Praktek*. Gramedia. Jakarta.
- Harti AS. *Mikrobiologi Kesehatan Peran Mikrobiologi Dalam Kesehatan*: CV Andi Offset; 2015.
- Indonesia PR. *Peraturan pemerintah republik Indonesia Nomor 41 tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran udara*. Jakarta 1999.
- Irianto K. (2006). *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid I*. Bandung: YramaWidya.
- Jawetz, E., J, Melnick dan Adelberg. (2004). *Mikrobiologi Kedokteran Edisi 23*. EGC. Jakarta.
- Jjemba, Patrick K. (2004). *Environmental Microbiology Principles and Applications*. New Hampshire: Science Publisher.
- Keputusan Menteri Tenaga Kerja RI No. 51/Men/1999 tentang Nilai Ambang Batas Faktor Fisika di Tempat Kerja.
- Keputusan Menteri Kesehatan RI No. 261/Menkes/SK/ II/1998 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja.
- Kern, E. Martha. (1985). *Medical Mycology A Self Instrustional Text*. FA Davic Company: Philadelphia.
- L.A. Fletcher, C.J. Noakes, C.B. Beggs and P.A. Sleigh. Press.. The importance of bioaerosols in hospital infections and the potential for control using germicidal ultraviolet irradiation. *Aerobiology Research Group*. 2002;1-4.
- Marieb, Elaine N; (2004). *Human Anatomy and Physiology; Sixth Edition*; Dorling Kindersley Publishing Inc: Delhi
- Munandar, K. (2016). *Pengenalan laboratorium IPA-biologi sekolah*. Refika Aditama.
- Nayla Kamilia Fithri, Putri Handayani, Gisely Vionalita. (2016). *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Jumlah Mikroorganisme Udara dalam Ruang Kelas Lantai 8 Universitas Esa Unggul*.
- Pommerville JC. *Alcamo's Laboratory Fundamentals of Microbiology*. Eight ed. America: Jones and Bartlett Publisher; 2007.

- Rendra S, Pudjiastuti L, Sentosa HR. *Kualitas udara dalam ruang*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Departemen Pendidikan dan Kebudayaan RI; 1998.
- Sandra, (2013). *Mikrobiologi Umum*, Erlangga : Jakarta.
- Setiyono, M.R. (2013). Sterilisasi, Pembuatan Medium, Motode Perhitungan cawan dan pewarnaan Gram. *Laporan Resmi Praktikum Mikrobiologi*. Jakarta. 1 - 7.
- Setyaningsih Yuliani, Widjasena Baju, Hanani Yusniar, Purnami Tri C, dan Ginandjar Praba. (1998). *Inventarisasi Mikroorganisme Udara dalam Ruangan dengan Sistem Pendingin Sentral Studi Kasus Di Kantor PT PLN (Persero) Di Distribusi Jawa Tengah (laporan penelitian)*. Semarang: UNDIP.
- Sinaga. M. S., (2006). *Jamur Tiram dan Budidaya*. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Sugianto, (2012). *Pembuatan Medium*. UGM : Yogyakarta.
- Suriawiria, (2005). *Mikrobiologi*. UGM : Yogyakarta.
- Soemirat, Juli. (2009). *Kesehatan Lingkungan*. Yogyakarta; GadjahMada University Press.
- Ulfig, K. & Korcz, M. (1995). Isolation of keratinolytic fungi from coal mine dump. *Mycopathologia*. 129: 83–86.
- Waluyo L. *Mikrobiologi Lingkungan*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press; 2009.
- Waluyo, Lud. (2010). *Teknik dan Metode Dasar Mikrobiologi*. Malang : UPT Penerbitan Universitas Muhammadiyah Malang
- Windy Cintya Dewi, Mursid Raharjo, Nur Endah Wahyuningsih. (2021). *Literature Review : Hubungan antara Kualitas Udara Ruang dengan Gangguan Kesehatan pada Pekerja*.
- Wulandari. (2013). *Faktor yang Berhubungan dengan Keberadaan Streptococcus di Udara pada Rumah Susun Di Bandarharjo Semarang*. Semarang: UNNES.

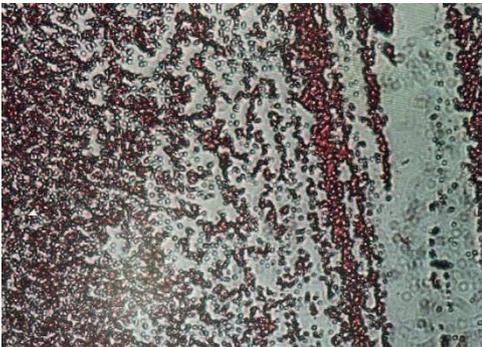
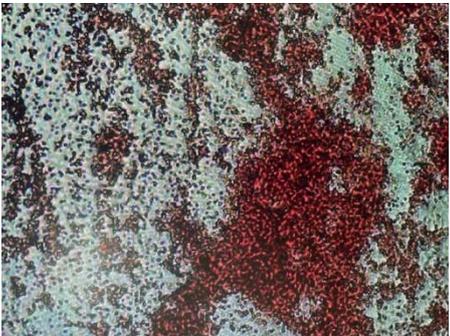
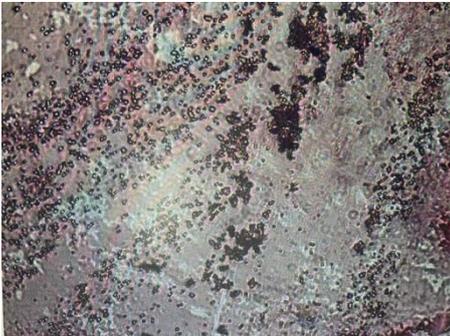
LAMPIRAN

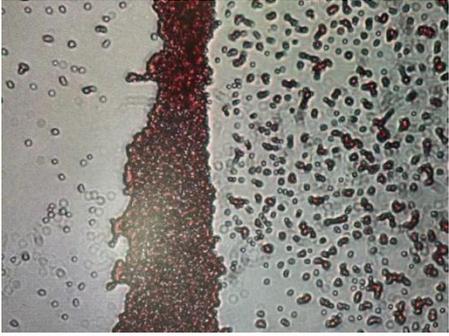
Lampiran 1 Hasil Uji Laboratorium di Mushola (12.00-14.00)

- NA 1 dan NA 2 Titik 1

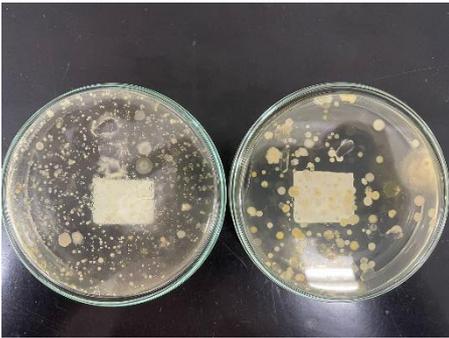


- Hasil Mikroskop NA

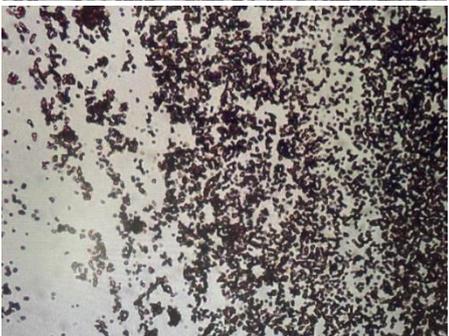
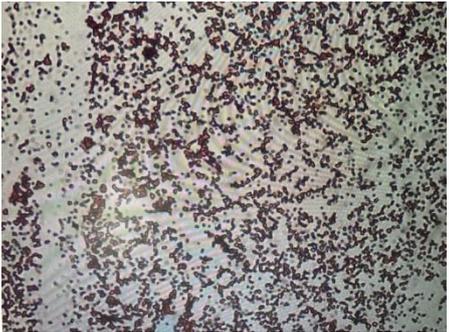


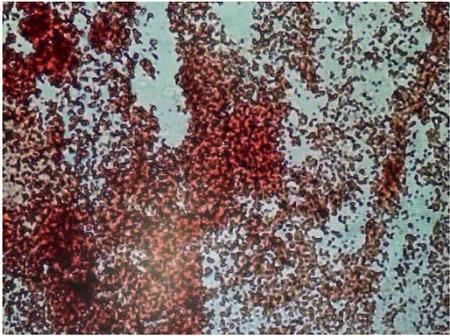
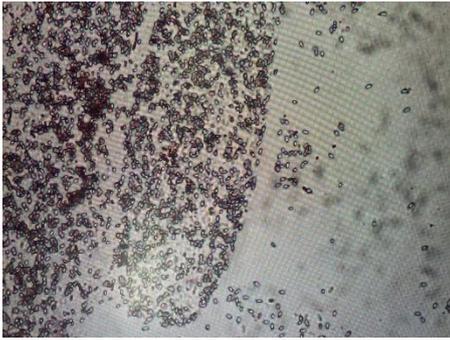


- NA 1 dan NA 2 Titik 2



- Hasil Mikroskop NA

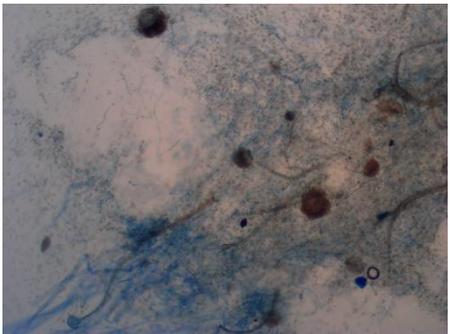


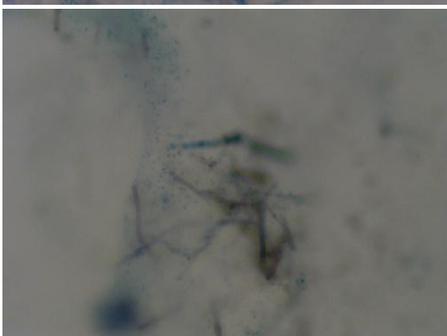
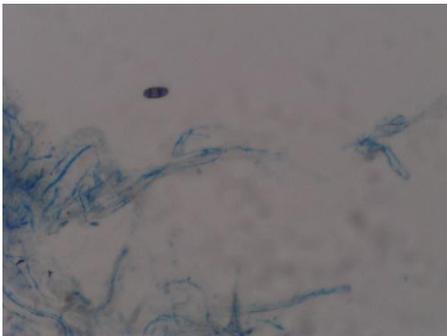
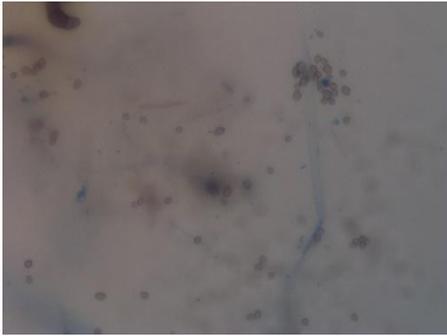


- PDA 1 dan PDA 2 Titik 1

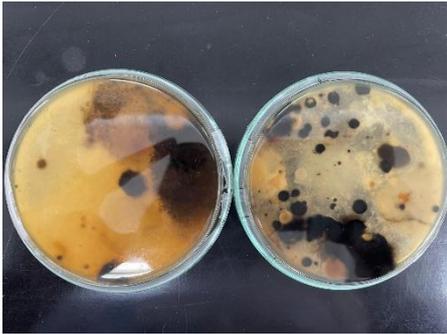


- Hasil Mikroskop PDA

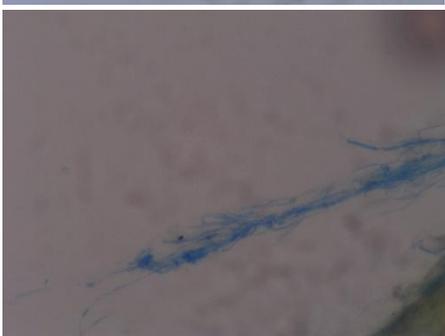
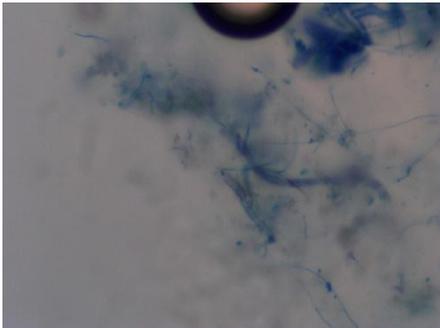




- PDA 1 dan PDA 2 Titik 2

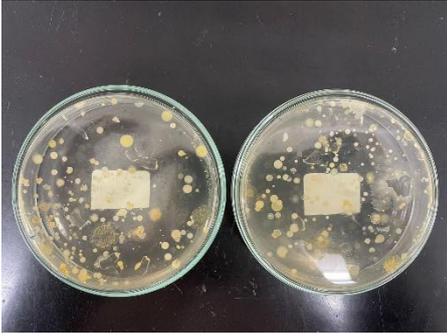


- Hasil Mikroskop PDA

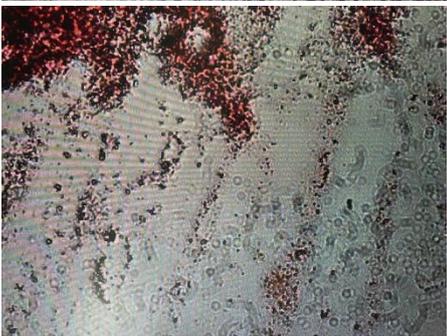
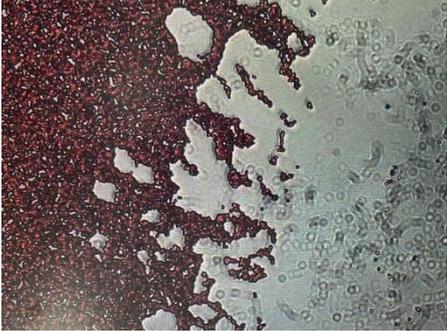


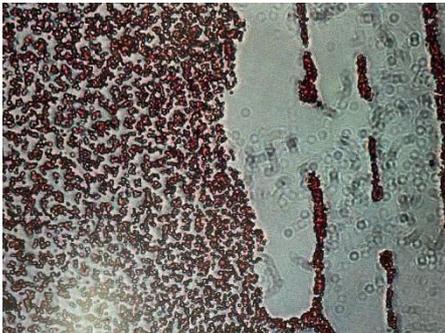
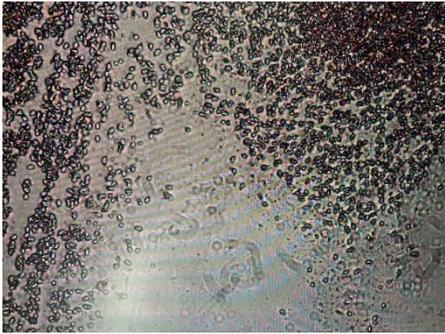
Lampiran 2 Hasil Uji Laboratorium di Mushola (09.00-11.00)

- NA 1 dan NA 2 Titik 1

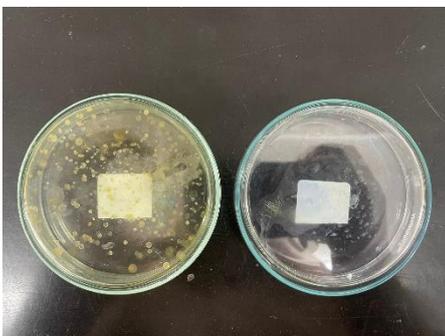


- Hasil Mikroskop NA

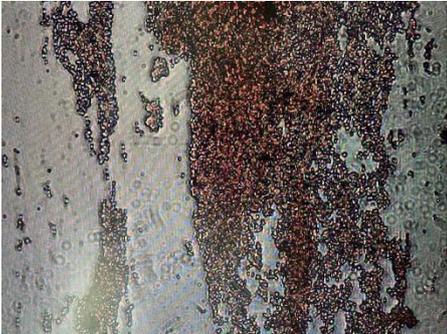
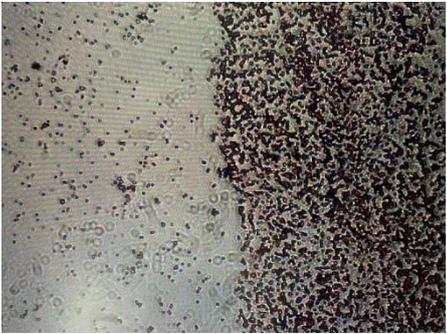
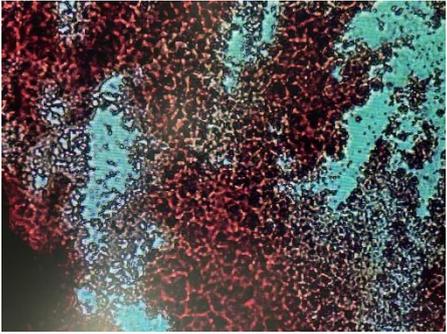
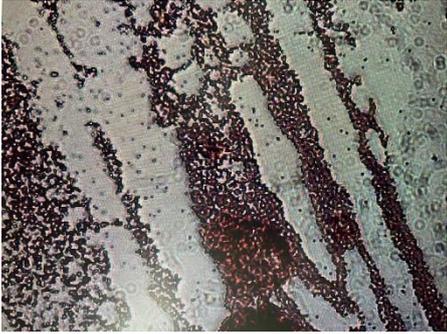


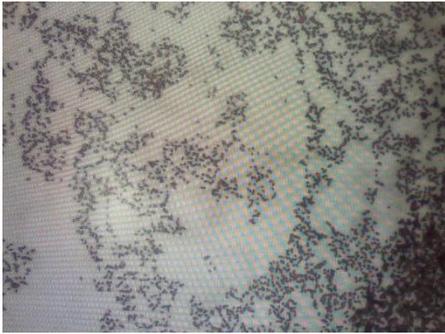


- NA 1 dan NA 2 Titik 2



- Hasil Mikroskop NA

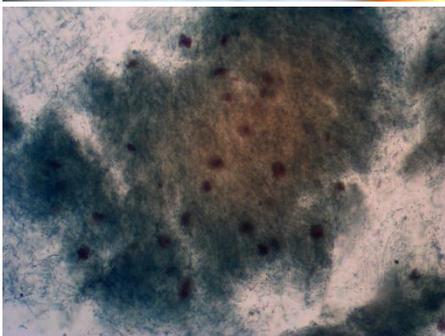


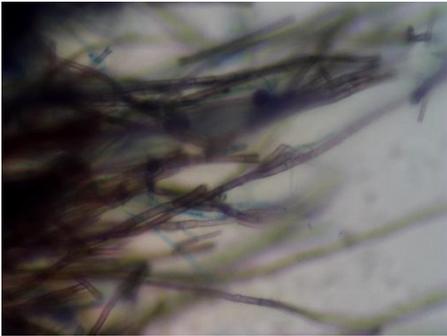


- PDA 1 dan PDA 2 Titik 1



- Hasil Mikroskop PDA

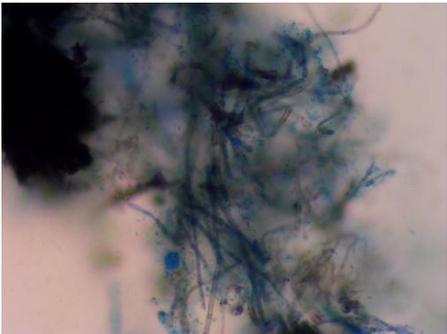


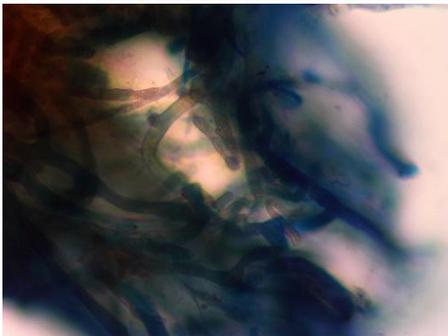
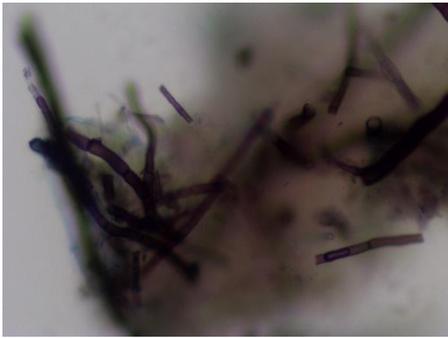
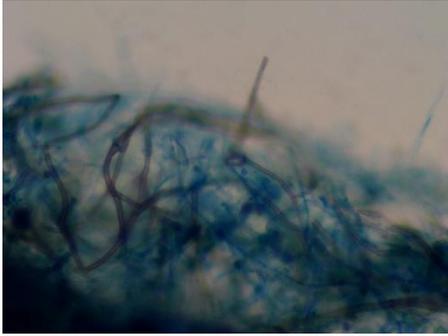


- PDA 1 dan PDA 2 Titik 2



- Hasil Mikroskop PDA



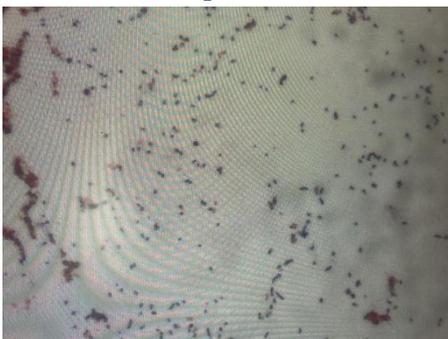


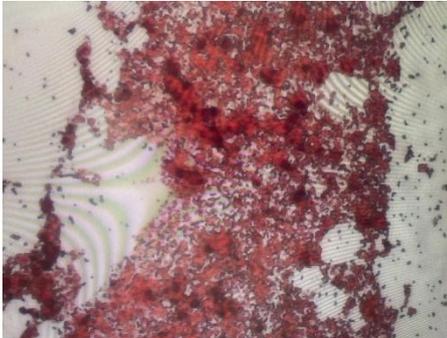
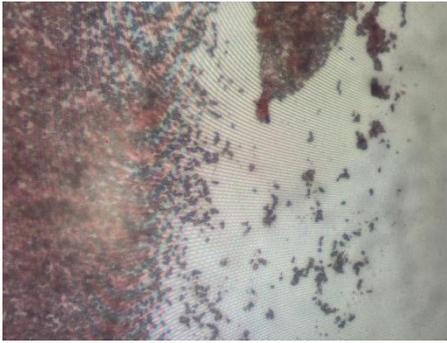
Lampiran 3 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 1 (09.55-11.10)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

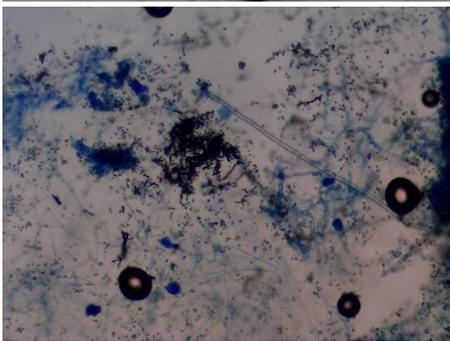


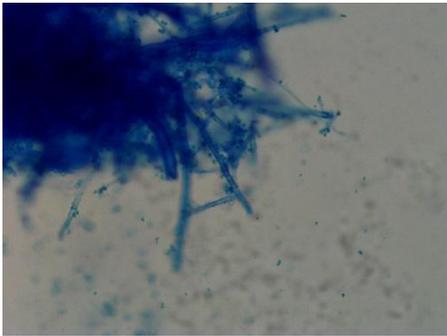
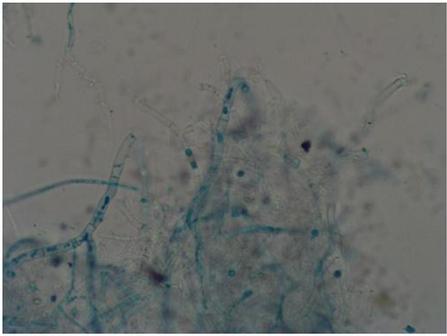
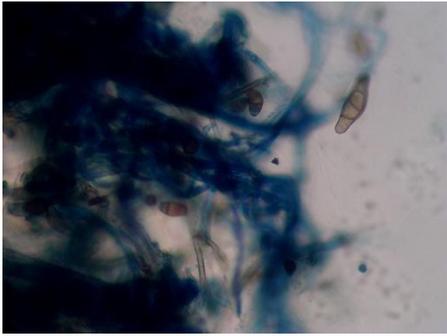


- PDA 1 dan PDA 2



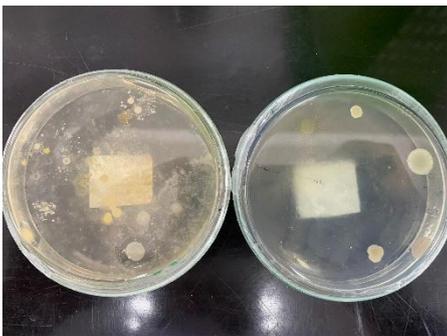
- Hasil Mikroskop PDA





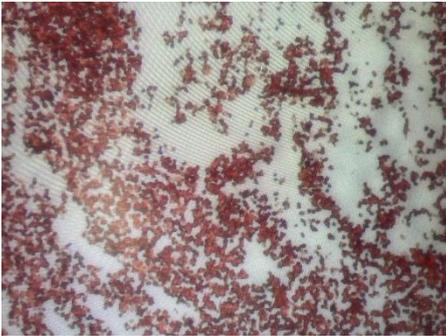
Lampiran 4 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 1 (14.00-15.11)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

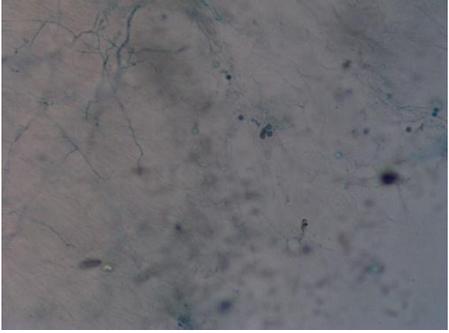
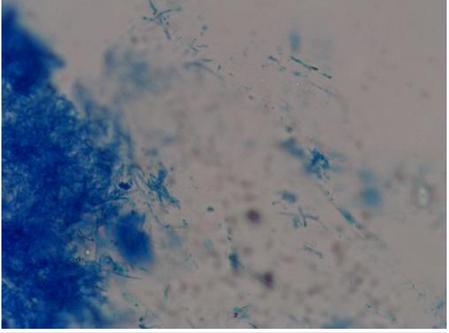
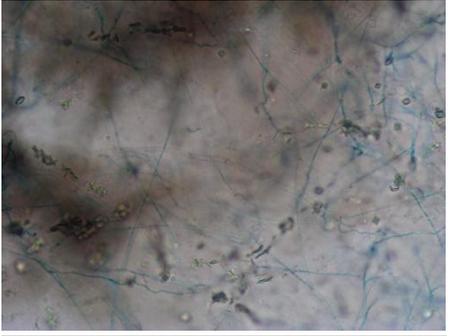
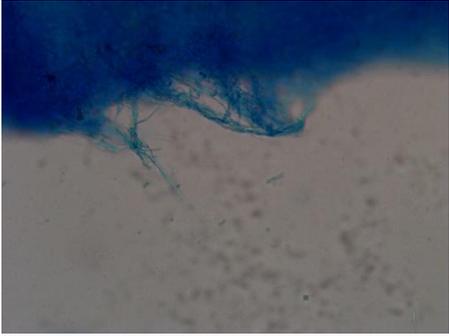


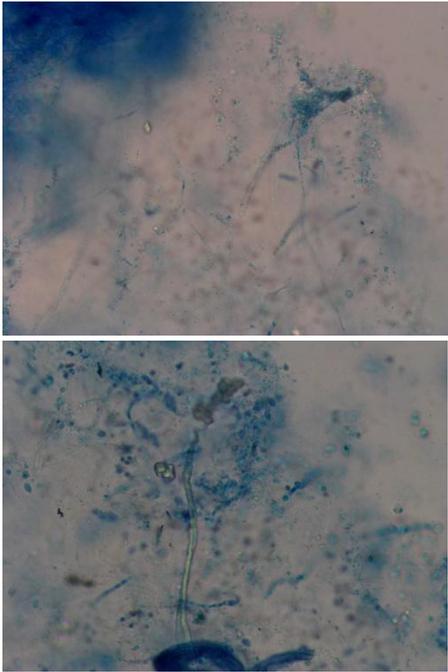


- PDA 1 dan PDA 2



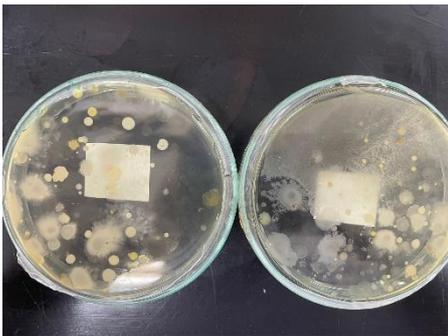
- Hasil Mikroskop PDA



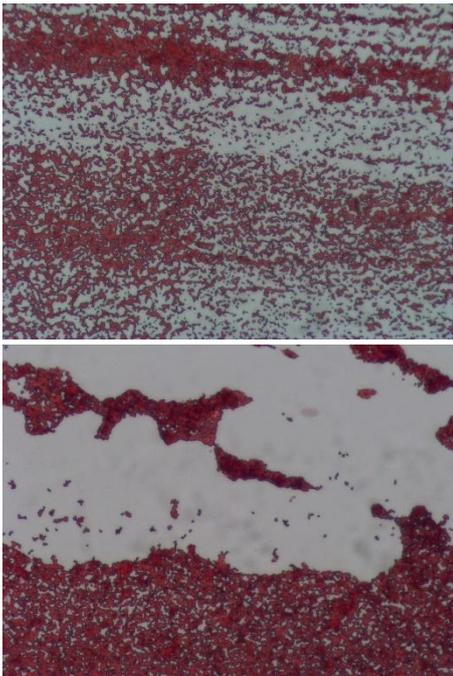


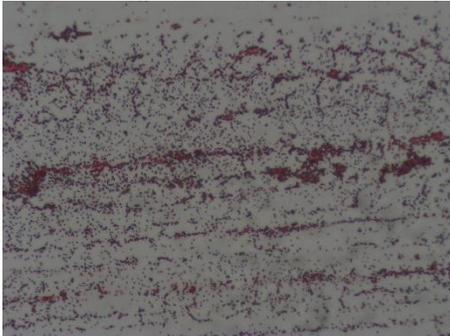
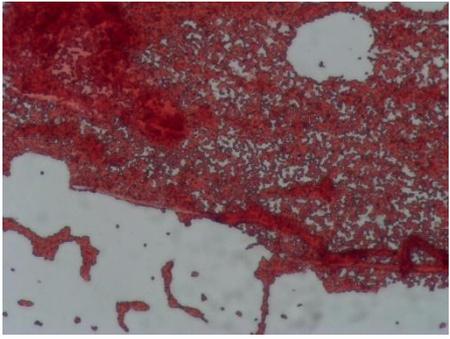
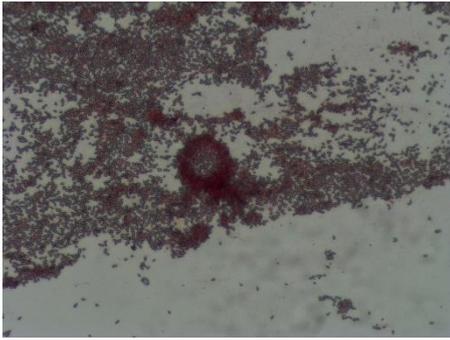
Lampiran 5 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 2 (11.20-12.36)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

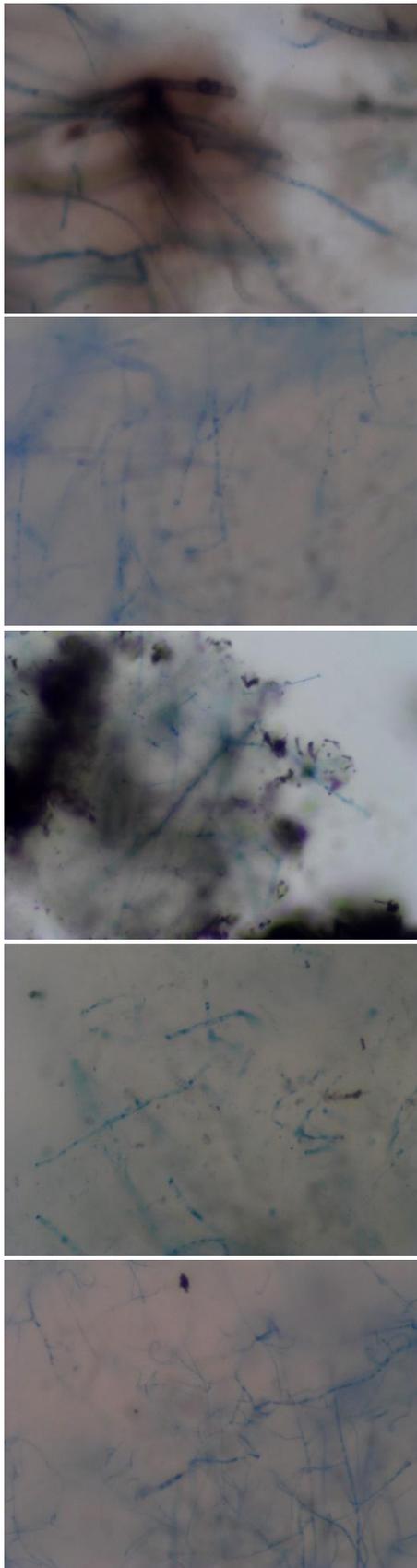




- PDA 1 dan PDA 2

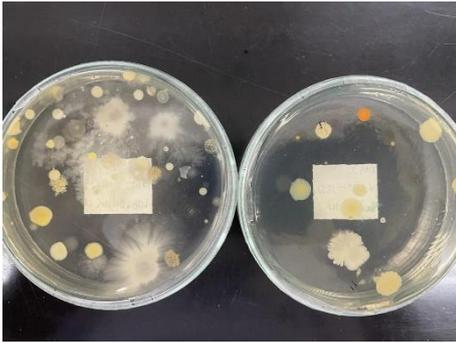


- Hasil Mikroskop PDA

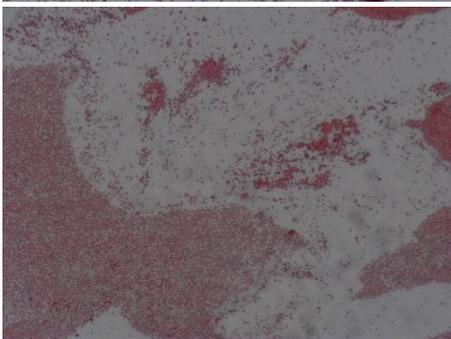
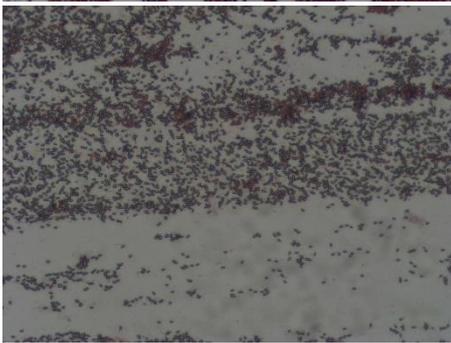
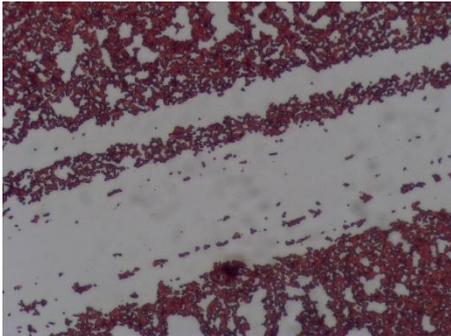


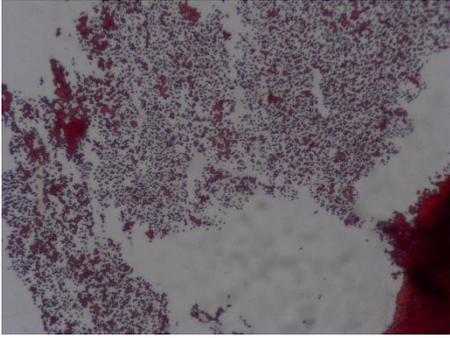
Lampiran 6 Hasil Uji Laboratorium di Lab Bioteknologi 2 (13.20-14.28)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

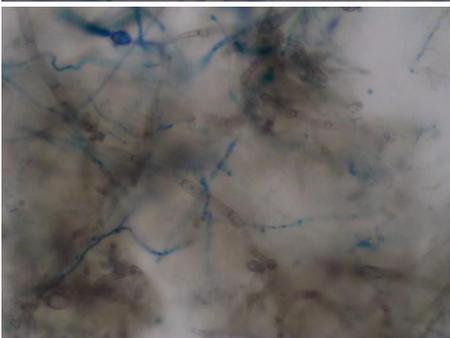
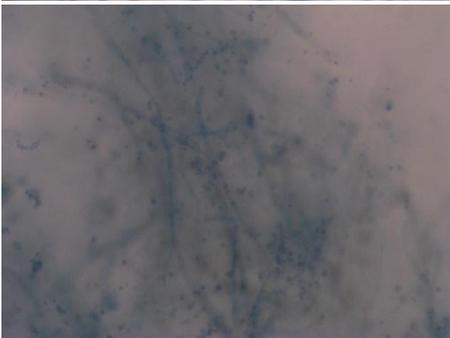
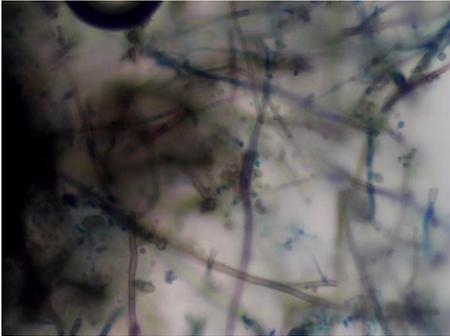


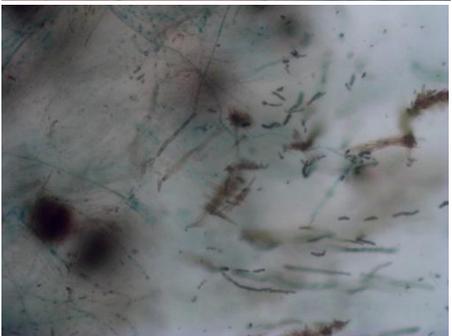
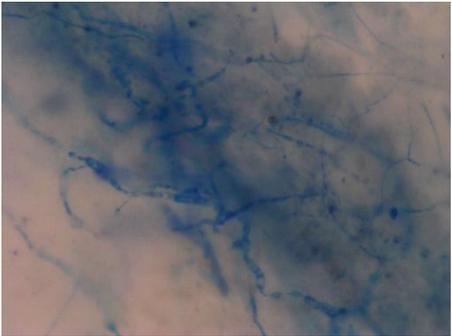
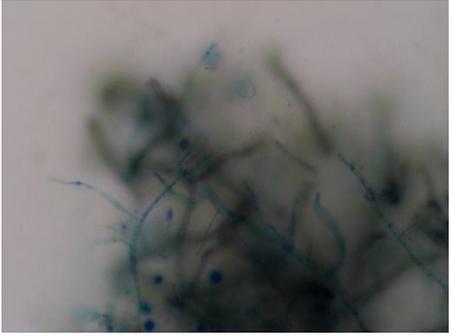
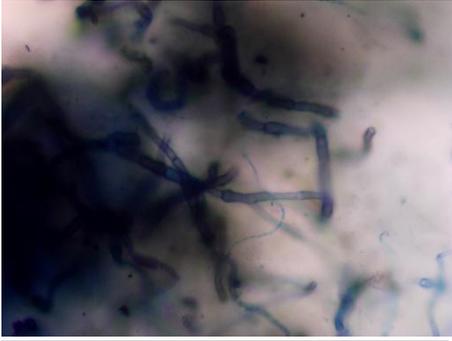


- PDA 1 dan PDA 2



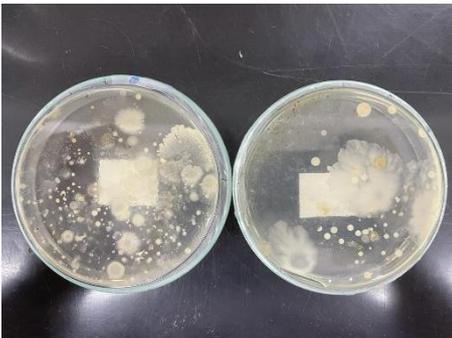
- Hasil Mikroskop PDA



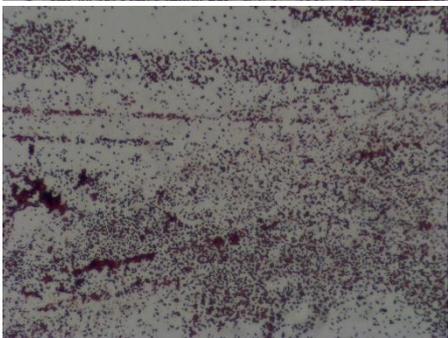
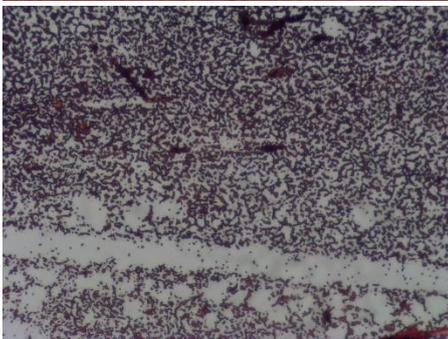
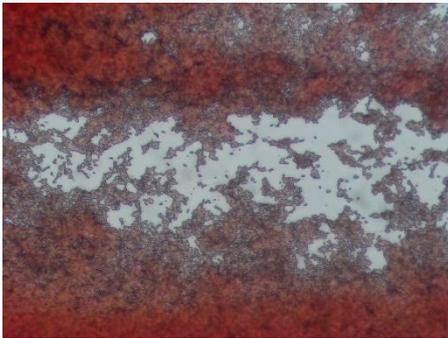
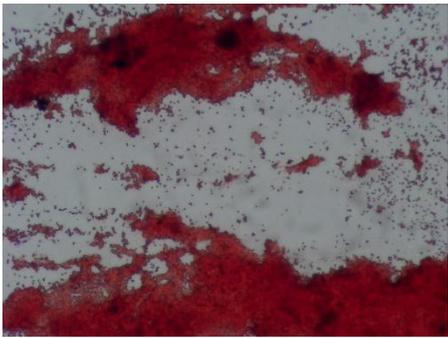
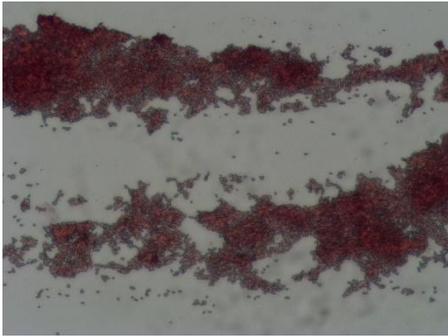


Lampiran 7 Hasil Uji Laboratorium di Lab Kualitas Air (08.35-09.50)

- NA 1 dan NA 2



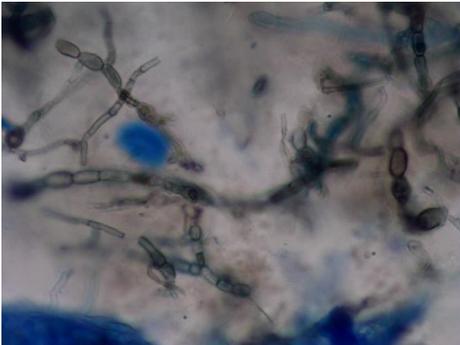
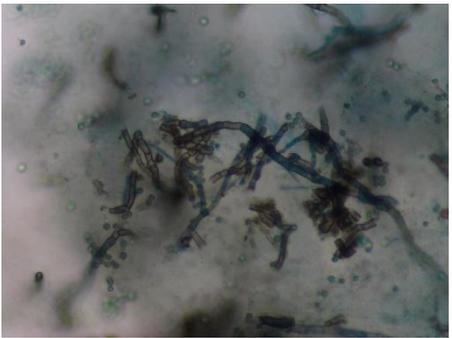
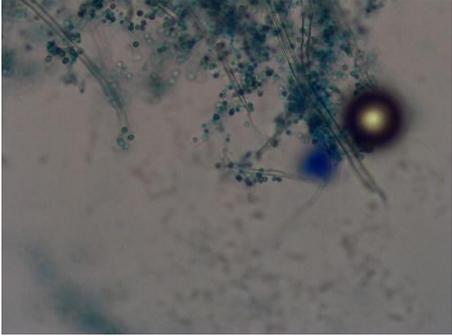
- Hasil Mikroskop NA

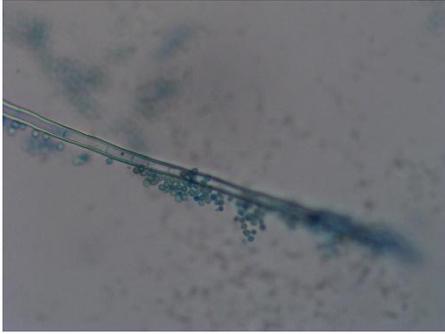


- PDA 1 dan PDA 2



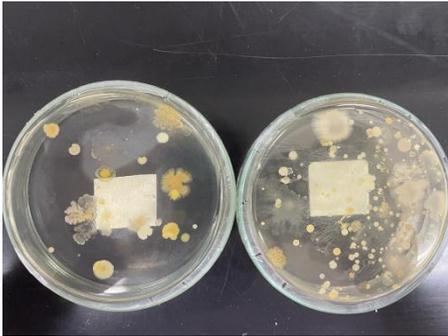
- Hasil Mikroskop PDA



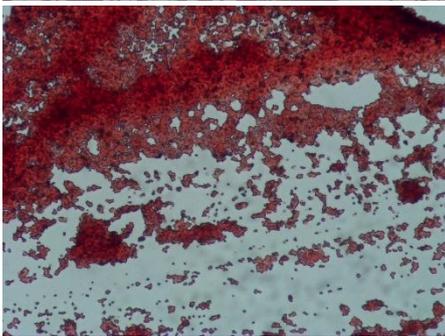
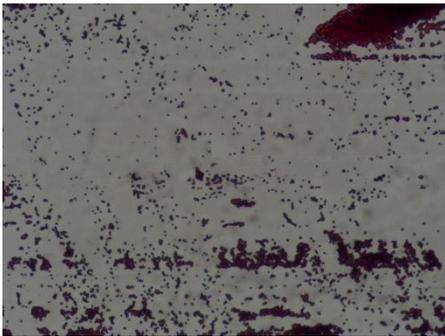
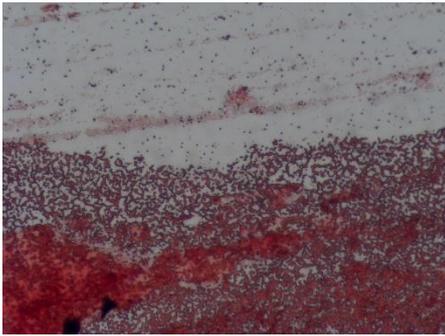


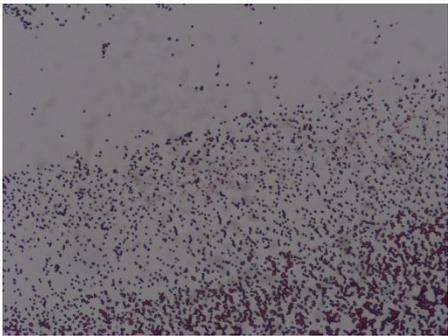
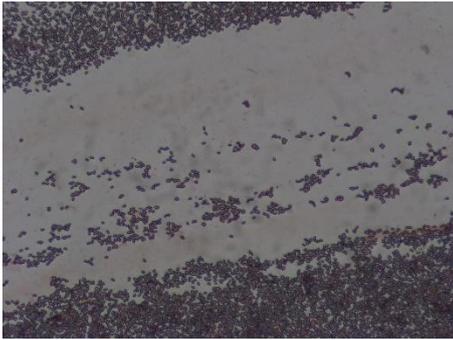
Lampiran 8 Hasil Uji Laboratorium di Lab Kualitas Air (14.34-15.39)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

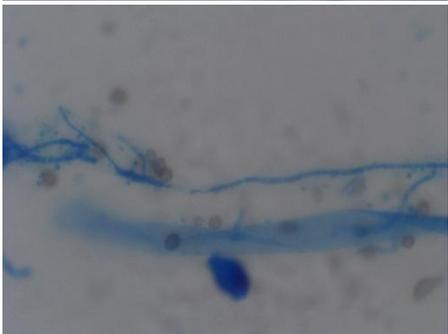


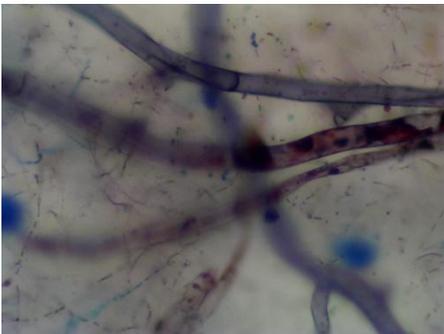
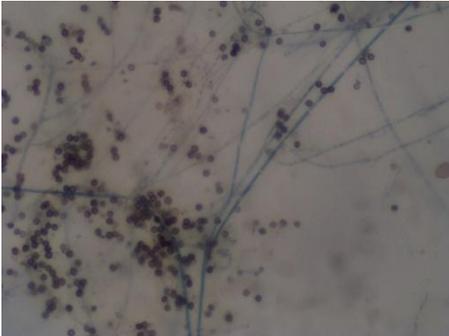
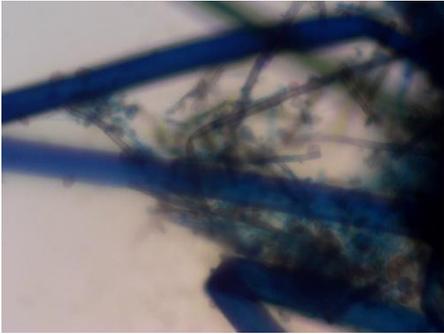
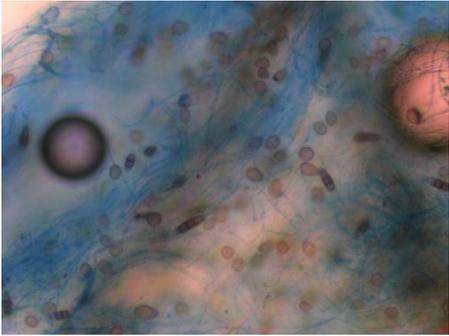
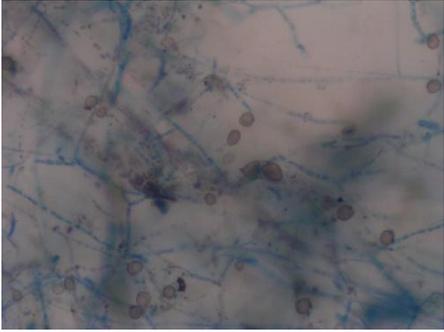


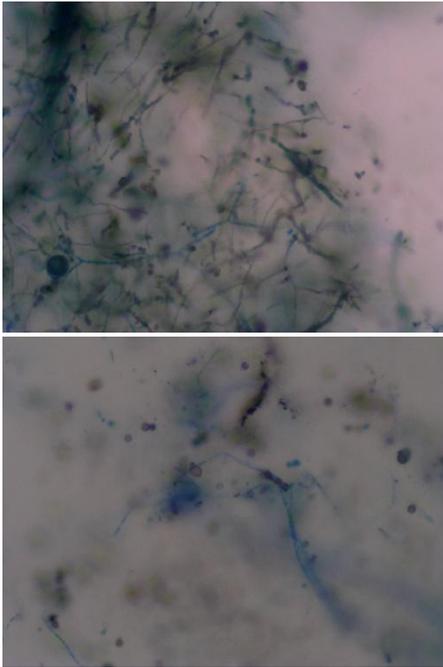
- PDA 1 dan PDA 2



- Hasil Mikroskop PDA

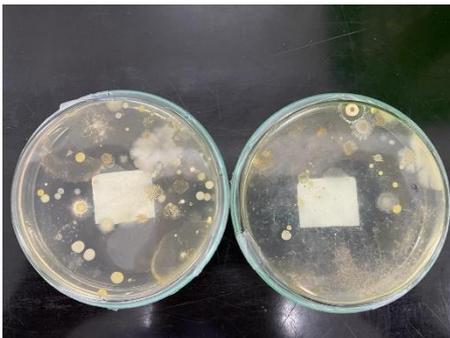




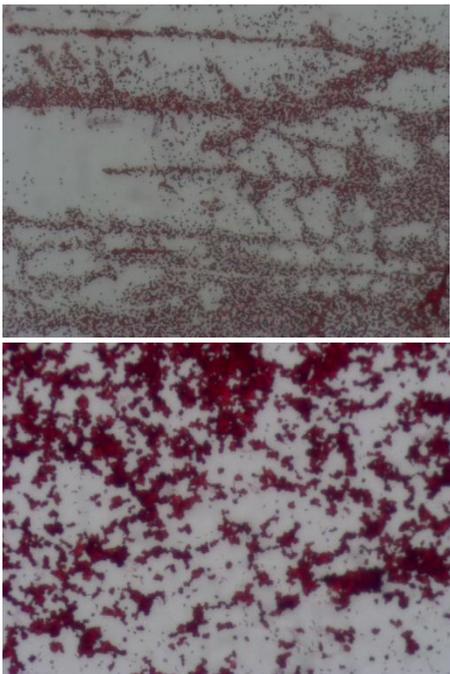


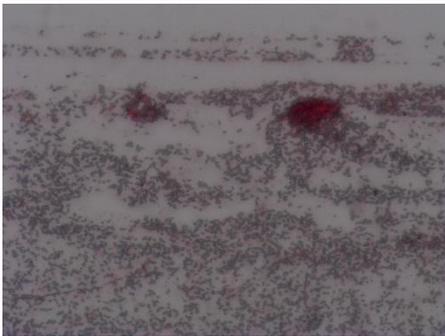
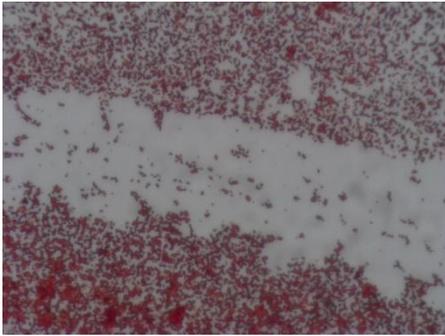
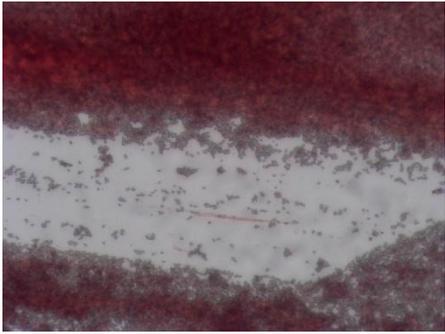
Lampiran 9 Hasil Uji Laboratorium di Auditorium (09.00-10.03)

- NA 1 dan NA 2



- Hasil Mikroskop NA

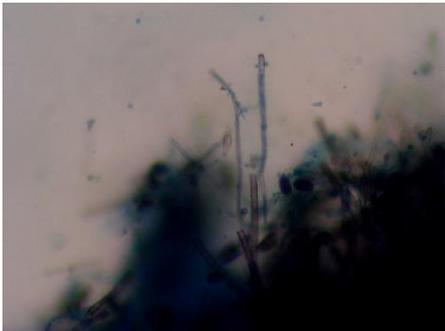


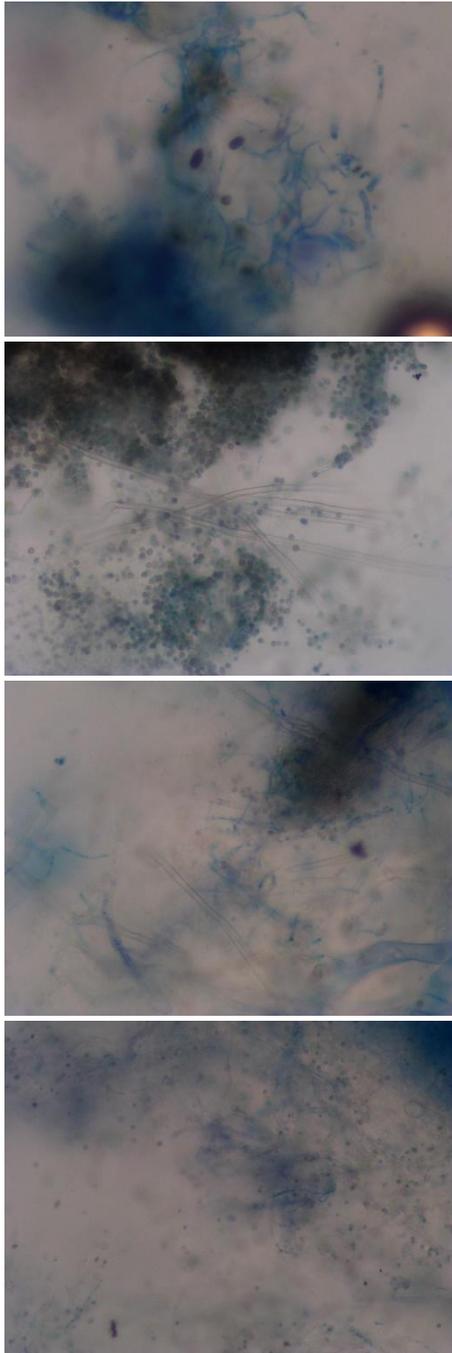


- PDA 1 dan PDA 2



- Hasil Mikroskop PDA





Lampiran 10 Tabel Keterangan Bakteri

Titik	NA	Warna	Pewarnaan Gram	Bentuk
Mushola (12.00-14.00)				
1	NA 1	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Positif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Coccus
	NA 2	Kuning	Gram Negatif	Coccus

		Krem	Gram Negatif	Coccus
2	NA 1	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
	NA 2	Putih	Gram Negatif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
Mushola (09.00-11.00)				
1	NA 1	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Positif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
		Bening	Gram Negatif	Coccus
	NA 2	Orange	Gram Negatif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Putih	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
2	NA 1	Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Orange	Gram Positif	Coccus
		Putih	Gram Positif	Coccus
		Bening	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Coccus
	NA 2	Bening	Gram Negatif	Coccus
Lab Bioteknologi 1 (09.55-10.27)				
1	NA 1	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus

	NA 2	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
Lab Bioteknologi 1 (14.00-14.31)				
1	NA 1	Putih	Gram Negatif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
	NA 2	Putih	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Negatif	Coccus
Lab Bioteknologi 2 (11.20-11.54)				
1	NA 1	Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Bacillus
	NA 2	Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Coccus
		Orange	Gram Positif	Coccus
Lab Bioteknologi 2 (13.20-13.51)				
1	NA 1	Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Bacillus
	NA 2	Orange	Gram Negatif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Putih	Gram Negatif	Coccus
Lab Kualitas Air (08.35-09.10)				
1	NA 1	Krem	Gram Negatif	Coccus
		Putih	Gram Negatif	Coccus
	NA 2	Krem	Gram Negatif	Bacillus

		Putih	Gram Negatif	Coccus
		Kuning	Gram Positif	Coccus
Lab Kualitas Air (14.34-15.10)				
1	NA 1	Krem	Gram Negatif	Coccus
		Putih	Gram Positif	Coccus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
	NA 2	Krem	Gram Positif	Bacillus
		Kuning	Gram Negatif	Coccus
Auditorium (09.00-09.31)				
1	NA 1	Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Putih	Gram Negatif	Bacillus
		Krem	Gram Positif	Coccus
	NA 2	Kuning	Gram Negatif	Coccus
		Krem	Gram Positif	Bacillus

Lampiran 11 Tabel Keterangan Jamur

Titik	PDA	Warna	Genus
Mushola (12.00-14.00)			
1	PDA 1	Coklat	Absidia
		Hitam	Cladosporium
	PDA 2	Coklat Muda	Absidia
		Coklat Tua	Cladosporium
		Hitam	Chrysosporium
2	PDA 1	Coklat	Chrysosporium
		Hitam	Chrysosporium
	PDA 2	Hitam	Absidia
		Coklat	Chrysosporium
Mushola (09.00-11.00)			
1	PDA 1	Hitam	Cladosporium
		Coklat	Chrysosporium
		Putih	Chrysosporium

	PDA 2	Coklat Muda	Cladosporium
		Coklat Tua	Chrysosporium
		Hitam	Cladosporium
2	PDA 1	Hitam	Chrysosporium
		Putih	Absidia
	PDA 2	Hitam	Absidia
		Coklat	Absidia
Lab Bioteknologi 1 (09.55-10.27)			
1	PDA 1	Hitam	Absidia
		Coklat	Aspergillus
		Orange	Chrysosporium
		Putih	Absidia
	PDA 2	Hitam	Cladosporium
		Putih	Cladosporium
Kuning		Absidia	
Lab Bioteknologi 1 (14.00-14.31)			
1	PDA 1	Hitam	Cladosporium
		Coklat	Cladosporium
		Putih	Chrysosporium
	PDA 2	Hitam	Scopulariopsis
		Coklat	Scopulariopsis
		Putih	Scopulariopsis
		Orange	Scopulariopsis
Lab Bioteknologi 2 (11.20-11.54)			
1	PDA 1	Hitam	Cladosporium
		Putih	Absidia
	PDA 2	Hitam	Scopulariopsis
		Coklat	Scopulariopsis
		Putih	Scopulariopsis
Lab Bioteknologi 2 (13.20-13.51)			
1	PDA 1	Hitam	Cladosporium
		Coklat Muda	Scopulariopsis
		Coklat Tua	Cladosporium
	PDA 2	Hitam	Cladosporium
		Coklat	Absidia
		Kuning	Absidia
		Orange	Absidia
Lab Kualitas Air (08.35-09.10)			
1	PDA 1	Coklat	Scopulariopsis
		Putih	Scopulariopsis
	PDA 2	Hitam	Cladosporium
		Coklat	Cladosporium

		Orange	Scopulariopsis
Lab Kualitas Air (14.34-15.10)			
1	PDA 1	Coklat	Cladosporium
		Krem	Cladosporium
		Kuning	Cladosporium
		Orange	Cladosporium
	PDA 2	Hijau	Cladosporium
		Hitam	Scopulariopsis
		Coklat	Absidia
		Orange	Absidia
		Putih	Scopulariopsis
Auditorium (09.00-09.31)			
1	PDA 1	Hitam	Cladosporium
		Coklat	Cladosporium
		Krem	Scopulariopsis
		Putih	Scopulariopsis
	PDA 2	Putih	Scopulariopsis

Lampiran 12 Tabel Data Bakteri

Mushola (12.00-14.00)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	943	78,2	25,8	57	54
	NA 2	356	80,4	26	58	63
2	NA 1	801	80,7	26,6	57	20
	NA 2	160	79,5	26,6	58	8
Mushola (09.00-11.00)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	139	70,2	25,4	17	2
	NA 2	167	67,8	24,9	17	2
2	NA 1	489	63	23,6	16	3
	NA 2	117	62,3	23,6	17	3
Lab Bioteknologi 1 (09.55-10.27)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung

1	NA 1	98	81	26,2	102	4
	NA 2	118	80,4	26,2	103	4
Lab Bioteknologi 1 (14.00-14.31)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	501	79,5	26,8	111	3
	NA 2	15	80,3	26,8	111	3
Lab Bioteknologi 2 (11.20-11.54)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	142	79	26,8	235	9
	NA 2	180	77,3	26,9	236	9
Lab Bioteknologi 2 (13.20-13.51)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	98	72,3	26,9	296	3
	NA 2	20	70	27,1	297	8
Lab Kualitas Air (08.35-09.10)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	165	79,3	26,1	229	4
	NA 2	54	79,4	26,2	229	3
Lab Kualitas Air (14.34-15.10)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	23	71,7	27,1	234	6
	NA 2	140	72,4	27,2	235	11
Auditorium (09.00-09.31)						
Titik	NA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	NA 1	77	71,6	27,2	137	3
	NA 2	27	68,8	27,9	138	2

Lampiran 13 Tabel Data Jamur

Mushola (12.00-14.00)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	18	83,6	25,9	58	33
	PDA 2	19	81,5	26,2	58	18
2	PDA 1	7	79,7	27,2	59	6
	PDA 2	10	77,1	27,5	60	3
Mushola (09.00-11.00)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	23	64,8	24,5	18	3
	PDA 2	17	63,4	24,2	19	3
2	PDA 1	30	64,4	24,3	17	3
	PDA 2	23	67,3	25,2	18	3
Lab Bioteknologi 1 (10.40-11.10)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	29	80,5	26,3	103	2
	PDA 2	13	79,4	26,5	103	5
Lab Bioteknologi 1 (14.45-15.11)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	13	82,2	26,8	111	3
	PDA 2	20	82,2	26,7	112	4
Lab Bioteknologi 2 (12.05-12.36)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	6	78	27,2	235	6
	PDA 2	4	77,4	27,5	235	7
Lab Bioteknologi 2 (13.55-14.28)						

Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	25	69,8	27,1	297	4
	PDA 2	31	69,9	27,3	298	4
Lab Kualitas Air (09.15-09.50)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	7	79,9	26,2	229	7
	PDA 2	42	79,9	26,3	230	6
Lab Kualitas Air (15.10-15.39)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	23	72,9	27,2	236	5
	PDA 2	31	73,5	27,2	236	7
Auditorium (09.32-10.03)						
Titik	PDA	Jumlah	Kelembaban	Suhu	Pencahayaan	Pengunjung
1	PDA 1	16	69,7	27,6	138	2
	PDA 2	69	69,3	27,8	139	4

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Endang Widiarti lahir di Purworejo, 15 Juli 2001 merupakan anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan orang tua Maryoto dan Juwariah Julaeha. Sebelum kuliah dan menjadi mahasiswa Teknik Lingkungan UII penulis bersekolah di SMAN 9 Bekasi yang merupakan salah satu sekolah negeri favorit di Kota Bekasi. Selain berkuliah, kegiatan penulis di akademik adalah pernah menjadi asisten laboratorium kimia dasar sedangkan kegiatan penulis di luar akademik adalah pernah mengikuti UKM Kamus TL.