

SKRIPSI

**PERBEDAAN JUMLAH ANGKA KUMAN UDARA SEBELUM
DAN SESUDAH PENGGUNAAN TIGA *ULTRAVIOLET TUBE* DI
RUANG LABORATORIUM BAKTERIOLOGI JURUSAN
ANALIS KESEHATAN**



Disusun Oleh:

DWI KARTIKA SARI
NIM P07134319031

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
JURUSAN ANALIS KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN
YOGYAKARTA
TAHUN 2020**

SKRIPSI

**PERBEDAAN JUMLAH ANGKA KUMAN UDARA SEBELUM
DAN SESUDAH PENGGUNAAN TIGA *ULTRAVIOLET TUBE*
DI RUANG LABORATORIUM BAKTERIOLOGI JURUSAN
ANALIS KESEHATAN**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menyelesaikan
Pendidikan Diploma IV Alih Jenjang Program Ahli Teknologi
Laboratorium Medik Politeknik Kesehatan Kemenkes
Yogyakarta



DWI KARTIKA SARI
NIM P07134319031

**PROGRAM STUDI SARJANA TERAPAN
JURUSAN ANALIS KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENTERIAN KESEHATAN
YOGYAKARTA
TAHUN 2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi

"PERBEDAAN JUMLAH ANGKA KUMAN UDARA SEBELUM DAN
SESUDAH PENGGUNAAN TIGA *ULTRAVIOLET TUBE* DI RUANG
LABORATORIUM BAKTERIOLOGI JURUSAN ANALIS KESEHATAN"

Disusun oleh:

DWI KARTIKA SARI
NIM. P07134319031

Telah disetujui oleh pembimbing pada tanggal:
Senin, 1 Desember 2020

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

Siti Nuryani, S.Si, M.Sc
NIP.196503251986032001

Budi Martono, S.Pd, M.Sc
NIP.196712261988031001

Yogyakarta, 1 Desember 2020

Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

Subrata Tri Widada, SKM. M. Sc.
NIP. 19631128 198303 1 001

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

" PERBEDAAN JUMLAH ANGKA KUMAN UDARA SEBELUM DAN
SESUDAH PENGGUNAAN TIGA *ULTRAVIOLET TUBE* DI RUANG
LABORATORIUM BAKTERIOLOGI JURUSAN ANALIS KESEHATAN "

Disusun oleh:
DWI KARTIKA SARI
NIM. P07134319031

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji
Pada tanggal: 7 Desember 2020

SUSUNAN DEWAN PENGUJI

Ketua,
Drs. Subiyono., M.Sc (.....)
NIP. 19570703 199303 1 002

Anggota,
Siti Nuryani, S. Si., M. Sc. (.....)
NIP. 19650325 198603 2 001

Anggota,
Budi Martono, S.Pd, M.S. (.....)
NIP. 19671226 198803 1 001

Yogyakarta, 7 Desember 2020
Ketua Jurusan Teknologi Laboratorium Medis

Subrata Tri Widada, SKM. M. Sc.
NIP 19631128 198303 1 001

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

Skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri, dan semua sumber baik yang dikutip maupun dirujuk telah saya nyatakan dengan benar.

Nama : Dwi Kartika Sari

NIM : P07134319031

Tanda Tangan :

Tanggal : 7 Desember 2020

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI
UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademik Poltekkes Kemenkes Yogyakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dwi Kartika Sari
NIM : P07134319031
Program Studi : Sarjana Terapan
Jurusan : Teknologi Laboratorium Medis

demikian pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Poltekkes Kemenkes Yogyakarta **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non-exclusive Royalty-Free Right*)** atas Skripsi saya yang berjudul :

Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Poltekkes Kemenkes Yogyakarta berhak menyimpan, mengalihmedia / formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat, dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis / pencipta dan sebagai Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada tanggal : 7 Desember 2020
Yang menyatakan

(Dwi Kartika Sari)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nya sehingga Skripsi yang berjudul "*Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga Ultraviolet Tube di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan*" dapat diselesaikan tepat pada waktunya. Penulisan Skripsi ini dilakukan dalam rangka memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Ahli Teknologi Laboratorium Medis.

Skripsi ini terwujud atas bimbingan, pengarahan dan bantuan dari berbagai pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu dan pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Joko Susilo, SKM, M.Kes. selaku Direktur Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta.
2. Subrata Tri Widada, SKM, M.Sc. selaku Ketua Jurusan Analis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta.
3. Siti Nuryani, S.Si., M.Sc. selaku Ketua Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Analis Kesehatan dan sebagai pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini
4. Budi Martono, S.Pd, M.Sc. sebagai pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan, sehingga dapat menyelesaikan Skripsi ini
5. Orangtua dan keluarga yang telah mendoakan dan memberikan dukungan.
6. Teman-teman mahasiswa Program Studi Sarjana Terapan Jurusan Teknologi Laboratorium Medis Politeknik Kesehatan Kemenkes Yogyakarta
7. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan dalam penulisan Skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Akhir kata, saya berharap Tuhan Yang Maha Esa berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga Skripsi ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu.

Yogyakarta, 7 Desember 2020

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS	iv
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iv
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRACT.....	xii
ABSTRAK	xiii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah	1
B. Perumusan Masalah	4
C. Tujuan Penelitian	4
D. Ruang Lingkup Penelitan	5
E. Manfaat Penelitian	5
F. Keaslian Penelitian	6
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Telaah Pustaka	8
1. Mikroorganisme Udara	8
a. Bakteri	8
b. Jamur	14
2. Pengambilan Sampel Udara	15
a. Metode Setling Plate	16
b. Metode Volumetric Air Sampling	16
c. Membran Filter	17
d. Bubling	17
e. Sand Filtration	18
f. Biotest RCS Air Sampler	18
3. Angka Lempeng Total (ALT)	19
4. Perhitungan Angka Kuman	20
5. Sterilisasi Ruangan	22
6. Penurunan Angka Kuman dengan Sinar	24
a. Sinar Gamma	24
b. Sinar X	25
c. Sinar Ultraviolet	25

7. Ultraviolet Tube	28
a. Komponen Ultraviolet Tube	29
b. Sistim Kerja	30
8. Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan	30
B. Kerangka Teori	31
C. Hubungan antara Variabel.....	32
D. Hipotesis.....	32
III. METODE PENELITIAN.....	33
A. Jenis Penelitian.....	33
B. Desain Penelitian	33
C. Alur Penelitian	34
D. Subjek dan Objek.....	35
E. Waktu dan Tempat Penelitian.....	35
F. Variabel Penelitian.....	36
G. Definisi Operasional	37
H. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data.....	37
I. Alat Ukur/Instrumen dan Bahan Penelitian	38
J. Prosedur Penelitian.....	38
K. Etika Penelitian	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	41
A. Hasil Penelitian	41
B. Pembahasan.....	45
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	50
A. Kesimpulan	50
B. Saran.....	50
DAFTAR PUSTAKA	54
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Mekanisme Kerja Sinar Ultraviolet	26
Gambar 2. DNA Bakteri Terhadap Ultraviolet	27
Gambar 3. Mekanisme Kerja <i>Ultraviolet Tube</i>	29
Gambar 4. Kerangka Teori.....	31
Gambar 5. Hubungan antara Variabel.....	32
Gambar 6. Alur Penelitian	34
Gambar 7. Diagram Penurunan Angka Kuman Udara	42

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Indeks Angka Kuman	14
Tabel 2. Data Hasil Penurunan Angka Kuman Udara	42
Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data.....	44
Tabel 4. Hasil Uji Paired Sampel T-Test	44

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Surat Keterangan	55
Lampiran 2. Surat Keterangan Layak Etik.....	56
Lampiran 3. Data Penelitian.....	57
Lampiran 4. Hasil Statistik	58
Lampiran 5. Dokumentasi Kegiatan	59

**THE DIFFERENCE OF THE AIR BACTERIA NUMBER BEFORE AND
AFTER USING THREE *ULTRAVIOLET TUBE* IN THE BACTERIOLOGY
LABORATORY OF THE HEALTH ANALYST DEPARTMENT**

Dwi Kartika Sari¹, Siti Nuryani², Budi Martono³
^{1,2,3}Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Jalan Ngadinegaran MJ III/62 Yogyakarta, Telp. (0274) 374200
email : kartikasari12257@gmail.com

ABSTRACT

Background : Room air quality needs to be considered because air is a media for disease transmission. The highest number of air germs is found in the Bacteriology Laboratory because it is a room that is used for practicum continuously involving samples and media containing large amounts of bacteria. *Ultraviolet Tube* is a medium to reduce the number of indoor air germs. The use of Ultraviolet Tube has the advantage that the room can still be used for activities when the process of decreasing germ numbers.

Purpose : This study aims to determine the difference in the number of air germs before and after the use of three *Ultraviolet Tubes* in the health analyst department laboratory room.

Method : This research type is pre-experimental designs with one group pretest-posttest design. This study was carried out 16 sample before and after the use of three *Ultraviolet Tubes*. In one day, the sample was carried out once in 4 different point and repeated in 4 days, with a total sample size of 32 samples.

Result : The average number of air germs before using the three *Ultraviolet Tubes* was 300 CFU / m³ and after was 41 CFU / m³. The average percentage reduction in the number of germs after the use of three *Ultraviolet Tubes* was 87%. The Paired Sample T-Test Parametric statistical test resulted in Asymp Sig (2-tailed) results of 0.000

Conclusion : There is a significant decreasing in the number of air germs before and after the use of three *Ultraviolet Tubes* in the Health Analyst Department laboratory room.

Keywords : The number of bacteria in the air, *Ultraviolet Tube*, laboratory

PERBEDAAN JUMLAH ANGKA KUMAN UDARA SEBELUM DAN SESUDAH PENGGUNAAN TIGA *ULTRAVIOLET TUBE* DI RUANG LABORATORIUM BAKTERIOLOGI JURUSAN ANALIS KESEHATAN

Dwi Kartika Sari¹, Siti Nuryani², Budi Martono³
^{1,2,3}Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Jalan Ngadinegaran MJ III/62 Yogyakarta, Telp. (0274) 374200
email : kartikasari12257@gmail.com

ABSTRAK

Latar Belakang : Kualitas udara di ruangan perlu diperhatikan karena udara menjadi media penularan penyakit. Angka kuman udara tertinggi terdapat di Laboratorium Bakteriologi karena merupakan ruangan yang digunakan untuk praktikum secara terus-menerus dengan melibatkan sampel dan media yang mengandung bakteri dalam jumlah besar. *Ultraviolet Tube* merupakan salah satu media sebagai penurun angka kuman udara dalam ruangan. Penggunaan *Ultraviolet Tube* memiliki kelebihan yaitu ruangan tetap dapat digunakan untuk aktivitas ketika proses penurunan angka kuman berlangsung.

Tujuan Penelitian : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penurunan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* di ruang laboratorium jurusan analis kesehatan.

Metode Penelitian : Jenis Penelitian ini adalah *pre-experimental designs* dengan rancangan *one group pretest-posttest design*. Penelitian ini didapatkan 16 sampel sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube*. Dalam sehari dilakukan pengambilan sampel masing-masing satu kali dengan 4 titik pengambilan yang berbeda dan diulang selama 4 hari. Sehingga didapatkan 32 sampel.

Hasil Penelitian : Rata-rata jumlah angka kuman udara sebelum penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* sebesar 300 CFU/m³ dan sesudah sebesar 41 CFU/m³. Dengan presentase penurunan sebesar 87% yang berarti cukup efektif dalam menurunkan jumlah angka kuman udara. Uji statistic Parametrik Paired Sampel T-Test diperoleh hasil *Asymp.Sig (2-tailed)* sebesar 0,000.

Kesimpulan : Ada penurunan yang signifikan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* di ruang laboratorium Jurusan Analis Kesehatan.

Kata kunci : Angka Kuman Udara, *Ultraviolet Tube*, Laboratorium

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Mikroorganisme adalah organisme hidup yang berukuran sangat kecil yang banyak dijumpai di tanah, air dan udara. Setiap sudut ruangan hampir terdapat mikroorganisme. Udara, sebagai salah satu komponen lingkungan perlu mendapatkan perhatian karena akan berpengaruh terhadap kesehatan manusia (Cappucino dan Sherman, 2013).

Mikroorganisme yang sering ditemukan di ruang laboratorium antara lain *Staphylococcus* sp, *Streptococcus* sp, *Pseudomonas* dan *Sarcina*. Mikroorganisme tersebut dapat menyebabkan infeksi kulit ringan, keracunan makanan, dan infeksi sistemik. Salah satu jenis laboratorium yang memiliki tingkat jumlah bakteri udara yang tinggi yaitu laboratorium bakteriologi, karena merupakan ruangan yang digunakan untuk praktikum secara terus-menerus dengan melibatkan sampel dan media yang mengandung bakteri dalam jumlah besar (Slamet, 2014). Menurut penelitian disebutkan jika ada 1 orang yang masuk ke suatu ruangan maka jumlah bakteri di udara akan meningkat sebanyak 37 juta bakteri/jam (Pramudiarja, 2012).

Bakteri yang terdapat dalam ruang laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta adalah *Staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus albus* dan *Acinetobacter calcoaceticus* serta jamur *Aspergillus niger* (Martono, 2015). Hasil tersebut menunjukkan perlu

dilakukan pengendalian bakteri kontaminan di laboratorium untuk menjamin proses penanaman bakteri tidak terkontaminasi serta pengendalian jumlah bakteri udara penting dilakukan agar tidak melampaui batasan konsentrasi maksimum sebesar 200 – 500 CFU/m³ (Kemenkes, 2004). Tujuan penting dari program pengawasan kualitas udara dalam ruangan adalah meminimalkan paparan mikroba terhadap individu di lingkungan sekitar (EPA, 2009).

Pengendalian angka kuman udara dapat dilakukan dengan sterilisasi ruangan, dimana salah satunya bisa menggunakan *ultraviolet*. Efektivitas *ultraviolet* terhadap daya bunuh bakteri sudah tidak diragukan lagi, dilansir dari Kompas.com (2020) menurut David Brenner, direktur Pusat Penelitian Radiologi di Universitas Columbia, disebutkan bahwa ultraviolet sendiri adalah suatu bentuk radiasi elektromagnetik yang dapat melenyapkan kuman. Sinar *ultraviolet* sangat efisien dalam membunuh virus dan bakteri (Wirawan, 2020).

Daya bunuh kuman menggunakan sinar *ultraviolet* dapat dilakukan dengan dua cara yaitu melalui lampu *ultraviolet* dan *Ultraviolet Tube*. *Ultraviolet water sterilizer / Ultraviolet Tube* adalah alat berupa tabung sinar ultraviolet yang dapat digunakan untuk mensterilkan air minum. Alat ini berbentuk tabung dimana terdapat lampu yang didalamnya dapat membangkitkan sinar ultraviolet yang digunakan untuk mensterilkan air yang melewati lampu atau sinar tersebut. Udara memiliki kerapatan molekul yang lebih kecil (1,29 kg/m³) dibandingkan dengan kerapatan molekul air (1000

kg/m³) sehingga peneliti mempunyai gagasan untuk menggunakan *Ultraviolet Tube* sebagai alat sterilisasi udara.

Keuntungan menggunakan *Ultraviolet Tube* dibandingkan menggunakan lampu ultraviolet secara langsung sebagai alat sterilisasi ruangan adalah ketika dilakukan sterilisasi ruangan menggunakan *Ultraviolet Tube* maka ruangan tetap dapat digunakan untuk aktifitas pemeriksaan bakteriologi sedangkan jika menggunakan lampu ultraviolet secara langsung maka ketika proses sterilisasi ruangan harus dalam kondisi tidak digunakan aktifitas untuk manusia mengingat resiko bahaya jika terjadi paparan secara langsung dengan sinar ultraviolet.

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nur Rica (2018) tentang Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Dua *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan didapatkan hasil bahawa persentase rerata penurunan angka kuman udara setelah penyinaran menggunakan Dua *Ultraviolet Tube* didapatkan hasil 84%, dengan Dua *Ultraviolet Tube* sudah mendapatkan efektivitas hasil persentase yang cukup tinggi, hal ini mendorong peneliti ingin melakukan penelitian lanjutan mengenai angka kuman udara dengan menambah menjadi Tiga *Ultraviolet Tube* dengan harapan mencapai efektivitas minimum sampai 95%.

Berdasarkan latar belakang masalah diatas peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang “Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara

Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan“

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka permasalahan yang ingin diteliti adalah “Apakah Terdapat Penurunan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan ?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan umum

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat penurunan jumlah angka kuman udara antara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

2. Tujuan khusus

- a. Untuk persentase penurunan angka kuman udara di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan
- b. Untuk mengetahui efektivitas Tiga *Ultraviolet Tube* sebagai alat penurun angka kuman udara di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan.

D. Ruang Lingkup

Ruang lingkup pada penelitian ini mencakup bidang Teknologi Laboratorium Medis dengan sub bidang bakteriologi.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

Penelitian ini diharapkan sebagai pengembangan ilmu pengetahuan dan memberikan informasi ilmiah mengenai penurunan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

2. Manfaat praktis

a. Bagi masyarakat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah bagi pengguna laboratorium dalam melakukan pengendalian bakteri kontaminan dengan menggunakan Tiga *Ultraviolet Tube*.

b. Bagi institusi

Penelitian ini diharapkan dapat digunakan di laboratorium milik institusi sebagai alat pengendalian bakteri kontaminan dengan metode sterilisasi *Ultraviolet Tube* dalam menurunkan angka kuman udara di laboratorium.

c. Bagi peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dan menambah pengetahuan penulis tentang hasil penurunan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan serta dapat dijadikan sebagai bahan acuan bagi peneliti berikutnya yang melakukan penelitian sejenis.

F. Keaslian Penelitian

Berdasarkan hasil penelusuran peneliti terhadap berbagai sumber dan referensi belum pernah dilakukan penelitian tentang Perbedaan Jumlah Angka Kuman Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Jurusan Analis Kesehatan.

Hasil penelitian yang ditemukan adalah penelitian sebelumnya menggunakan Dua *Ultraviolet Tube* dan penelitian yang berhubungan dengan pengaruh penggunaan lampu UV untuk beberapa jenis bakteri dan ditempat-tempat tertentu oleh beberapa peneliti lainnya, diantaranya:

1. Fitri Nur Rica (2018) melakukan penelitian dengan judul “Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Dua *Ultraviolet Tube* Di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan”. Hasil dari penelitian tersebut adalah rata-rata jumlah angka kuman udara sebelum penggunaan dua *Ultraviolet Tube* sebesar 292 CFU/m³ dan rerata jumlah angka kuman sesudah penggunaan dua *Ultraviolet Tube* sebesar 31 CFU/m³. Persentase rata-rata penurunan angka kuman sesudah penggunaan dua *Ultraviolet Tube* sebesar 84%. Ada penurunan signifikan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan dua *Ultraviolet Tube* di ruang laboratorium Jurusan Analis Kesehatan. Persamaan pada penelitian ini adalah menggunakan subjek angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan *Ultraviolet Tube*. Sedangkan perbedaan penelitian ini adalah pada penelitian terdahulu

jumlah tube yang digunakan sejumlah 2 buah sedangkan penelitian yang akan dilakukan, peneliti menggunakan 3 buah *Ultraviolet Tube*.

2. Akta Fatimah Handayani Ikawati (2018) dengan judul “Perbedaan Jumlah Bakteri Kontaminan Sebelum dan Sesudah Penyinaran Lampu Ultraviolet di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Kemenkes Yogyakarta”. Persamaan pada penelitian ini adalah pada variabel terikatnya yaitu angka kuman udara dan tempat penelitian yang digunakan adalah ruang laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan. Sedangkan perbedaannya pada variabel bebas yaitu penggunaan lampu ultraviolet secara langsung, sedangkan peneliti menggunakan *Ultraviolet Tube*

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Telaah Pustaka

1. Mikroorganisme Udara

Udara tidak mengandung komponen nutrisi yang penting untuk bakteri, adanya bakteri udara kemungkinan terbawa oleh debu ataupun terhembus oleh tiupan angin. Bakteri yang berasal dari udara biasanya akan menempel pada permukaan tanah, lantai, maupun ruangan. Selain bakteri, di udara juga terdapat jamur dan mikroalga (Waluyo, 2007). Jenis – jenis mikroorganisme yang dapat mencemari udara:

a. Bakteri

Bakteri yang sering ditemukan pada umumnya dari jenis basil gram positif baik berspora maupun non spora, basil gram negatif dan kokus gram positif. Bakteri yang biasanya terdapat dalam mulut dan tenggorokan orang normal seperti *Staphylococcus* sp, *Streptococcus* sp ditemukan di udara melalui batuk, bersin, dan berbicara (Waluyo, 2009).

Mikroorganisme udara dapat dipelajari dalam dua bagian, yaitu mikroorganisme udara di luar ruangan dan mikroorganisme udara di dalam ruangan. Mikroorganisme paling banyak ditemukan di dalam ruangan (Budiyanto, 2005).

1) Mikroorganisme di luar ruangan

Mikroorganisme yang ada di udara berasal dari habitat perairan maupun terestrial. Mikroorganisme di udara pada ketinggian 300-1.000 kaki atau lebih dari permukaan bumi adalah organisme tanah yang melekat pada fragmen daun kering, jerami, atau partikel debu yang tertiuap angin. Mikroorganisme yang paling banyak ditemukan yaitu spora jamur, terutama *Alternaria*, *Penicillium*, dan *Aspergillus*.

2) Mikroorganisme di dalam ruangan

Bakteri di dalam ruangan tersebar di udara melalui batuk, bersin, berbicara, dan tertawa. Pada proses tersebut ikut keluar cairan saliva dan mukus yang mengandung mikroba. Virus dari saluran pernapasan dan beberapa saluran usus juga ditularkan melalui debu dan udara. Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Martono (2015) menunjukkan bahwa bakteri yang terdapat pada ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Yogyakarta adalah *staphylococcus haemolyticus*, *Staphylococcus albus* dan *Acinetobacter sp.* serta jamur *Aspergillus niger*. Tetesan cairan aerosol biasanya dibentuk oleh bersin, batuk dan berbicara. Setiap tetesan terdiri dari air liur dan lendir yang dapat berisi ribuan mikroorganisme. Diperkirakan bahwa jumlah bakteri dalam

satu kali bersin berkisar antara 10.000 sampai 100.000 (Budiyanto, 2005).

Pertumbuhan bakteri yang hidup dipengaruhi oleh berbagai faktor diantaranya yaitu:

a) Zat Makanan

Sebagian besar bakteri yang hidup bebas dapat tumbuh baik pada ekstrak ragi, bakteri parasit membutuhkan zat-zat khusus yang hanya terdapat dalam darah atau dalam ekstrak jaringan hewan. Zat makanan yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri harus mengandung sumber karbon, sumber nitrogen, mineral dan faktor pertumbuhan yang meliputi asam amino, purin, pirimidin dan vitamin. (Jawetz, et al, 2008)

b) Derajat Keasaman Lingkungan (pH)

pH pembenihan juga mempengaruhi pertumbuhan kuman dalam membantu metabolisme bakteri. Bakteri tumbuh subur pada kisaran pH 6,5 – 7,5 (Rodwell, 2009). Sedangkan sistem yang mencerminkan luas rentang pH ditunjukkan oleh berbagai bakteri, diantaranya:

- 1) Asidofil memiliki nilai rentang pH 6,5 – 7,0.
- 2) Mesofil memiliki nilai rentang pH 7,5 – 8,0.
- 3) Alkalofil memiliki nilai rentang pH 8,4 – 9,0

c) Suhu

Suhu optimal untuk pertumbuhan bagi bakteri sangat bervariasi tergantung pada jenis bakteri itu sendiri. Pada suhu yang tepat (optimal), sel bakteri dapat memperbanyak diri dan tumbuh sangat cepat. Sedangkan pada suhu yang lebih rendah atau lebih tinggi, masih dapat memperbanyak diri, tetapi dalam jumlah yang lebih kecil dan tidak secepat jika dibandingkan dengan pertumbuhan pada suhu optimalnya. Suhu optimal biasanya mencerminkan lingkungan normal bakteri tersebut, oleh karena itu bakteri yang patogen bagi manusia biasanya tumbuh optimal pada suhu 37⁰C (Jawetz dkk, 2008).

Rekomendasi suhu yang dikembangkan oleh ASHRAE dan AIA menetapkan bahwa suhu desain untuk ruang perawatan pasien di rumah sakit dan fasilitas rawat jalan antara 20°C – 24°C. Rentang suhu ini konsisten dengan penggunaan lampu merkuri bertekanan rendah optimal yang di hunakan pada sistem *Ultraviolet Germicidal* Jenis Bakteri Suhu Pertumbuhan Suhu Optimum *Irradiation* (UVGI). Pada penelitian ini suhu dapat dikendalikan dengan menggunakan *Air Conditioner (AC)* (NIOSH, 2009).

d) Kelembaban

Ruangan dengan kelembaban di atas 75%, akan menyebabkan berkembangnya bakteri sedangkan udara yang

sangat kering dapat membunuh bakteri atau menyebabkan pemberhentian kegiatan metabolisme bakteri (Fitria,dkk, 2008). Rekomendasi *American Society of Heating, Refrigerating, and Air Conditioning Engineers (ASHRAE)* kelembaban yang berpengaruh pada ruangan di rumah sakit berkisar antara 30% - 60%. Jika kondisi kelembaban udara tinggi, diperlukan lampu UV dengan radiasi yang lebih tinggi dari biasanya (NIOSH, 2009).

e) Pencahayaan

Cahaya dalam ruangan dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Misnadiarly dan Husjain, 2014). Cahaya yang berasal dari sinar matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Bakteri lebih menyukai kondisi gelap, karena terdapatnya sinar matahari secara langsung dapat menghambat pertumbuhan bakteri (Jawetz dkk, 2008)

f) Oksigen

Kebutuhan oksigen pada bakteri tertentu mencerminkan mekanisme yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Berdasarkan kebutuhan oksigen tersebut, bakteri dapat dipisahkan menjadi lima kelompok:

(1) Anaerob obligat yang tumbuh hanya dalam keadaan tekanan oksigen sangat rendah dan oksigen bersifat toksik.

(2) Anaerob aerotoleran yang tidak mati dengan adanya paparan oksigen.

(3) Anaerob fakultatif, dapat tumbuh dalam keadaan aero dan anaerob

(4) Aerob obligat membutuhkan oksigen untuk pertumbuhannya

(5) Mikroaerofilik yang tumbuh baik pada tekanan oksigen rendah, tekanan tinggi dapat menghambat pertumbuhannya

(Jawetz dkk, 2008)

g) Tekanan osmotik

Suatu tekanan osmotik akan sangat mempengaruhi bakteri jika tekanan osmotik lingkungan lebih besar (hipertonis) sel akan mengalami plasmolysis. Sebaliknya jika tekanan osmotik lingkungan yang hipotonis akan menyebabkan sel membengkak dan juga akan mengakibatkan rusaknya sel. Oleh karena itu dalam mempertahankan hidupnya, sel bakteri harus berada pada tingkat tekanan osmotik yang sesuai, walaupun sel bakteri memiliki daya adaptasi, perbedaan tekanan osmotik dengan lingkungannya tidak boleh terlalu besar (Jawetz dkk, 2008)

Standar angka kuman udara sangat diperlukan dalam pelaksanaan pengukuran angka kuman udara sehingga dapat diketahui apakah ruangan tersebut telah memenuhi syarat angka kuman udara. Pada Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor:

1204/MENKES/SK/X/2004 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan

Rumah Sakit, disebutkan bahwa:

No.	Ruang atau Unit	Konsentrasi Maksimum Mikro-organisme per m ³ Udara (CFU/m ³)
1	Operasi	10
2	Berdah	200
3	Radiologi/terseksi*	200-500
4	Operasi lain	200
5	Pemeriksaan bayi	200
6	Pemeriksaan premature	200
7	ICU	200
8	Jerawat/kelemban	200-500
9	Transfusi darah/mula	200
10	Laboratorium	200-500
11	Radiologi	200-500
12	Staf/kelemban	200
13	Bayar	200-500
14	Operasi darurat	200
15	Administrasi, persikmuan	200-500
16	Ruang lina bakar	200

Tabel 1. Indeks Angka Kuman Menurut Fungsi Ruang atau Unit
Sumber: KMK RI Nomor: 1204/MENKES/SK/X/2004

b. Jamur

Jamur dapat membahayakan kesehatan manusia dengan penyebaran spora di udara dan terhirup melalui proses inhalasi. Beberapa jenis jamur dapat bersifat patogen dan menimbulkan efek toksik pada manusia dan vertebrata lainnya. Paparan material berjamur yang berulang sampai kuantitas tertentu dapat menyebabkan iritasi saluran pernafasan atau alergi pada beberapa individu (Bush dkk, 2006).

Kelembaban pada substrat termasuk di udara adalah merupakan salah satu faktor utama dalam pertumbuhan jamur. Pada umumnya, sebagian besar jamur dapat tumbuh pada kondisi lingkungan yang lembab. Selain itu, air juga menjadi faktor penting lainnya. Air membantu proses difusi dan pencernaan. Selain itu, air juga mempengaruhi substrat pH dan osmolaritas dan merupakan sumber dari hidrogen dan oksigen, yang dibutuhkan selama proses metabolisme. Pertumbuhan suatu jamur ditentukan oleh kandungan air dari suatu substrat (Quidesat, 2009).

Suhu di dalam ruangan dalam rentang $18^{\circ} - 24^{\circ} \text{C}$ adalah suhu optimal bagi pertumbuhan kebanyakan jamur, meskipun beberapa jenis jamur dapat hidup juga di rentang suhu yang luas. Sedikit jamur yang mempunyai temperatur optimal diatas 30°C yaitu *Aspergillus sp.* Jamur di dalam lingkungan tidak tumbuh jika suhu di atas 30°C . Spora jamur lebih tahan panas daripada miselia dan pada umumnya bertahan lebih lama pada suhu yang lebih luas rentangnya (Gutarowska dan Piotrowska, 2007).

2. Pengambilan Sampel Udara

Pengambilan sampel udara untuk menentukan kandungan bakteri memerlukan peralatan khusus. Menurut Kepmenkes RI No. 1335/Men Kes/SK/X/2002 alat yang digunakan dalam pengambilan sampel mikrobiologi adalah *Microbiologi Air Sampler*, waktu pengambilan sampel yang terbaik adalah setelah ruangan dibersihkan.

Secara umum peralatan tersebut dapat di bagi menjadi dua kelompok, yaitu padat dan cair (Solid Impingement Device dan Liquid Impingement Device). Pada Solid Impingement Device, bakteri dikumpulkan pada permukaan media agar padat, baik secara langsung atau tidak langsung melalui penyaringan. Pada Liquid Impingement Device, sampel udara dalam bentuk spray dapat dialirkan langsung dalam suatu media cair. Campuran cairan tersebut selanjutnya disebarkan pada plate.

Beberapa alat dan teknik yang digunakan untuk analisa bakteri udara antra lain :

a. Metode *setling plate*

Prinsip metode ini pada peletakkan lempeng agar dalam petri diameter 100 mm yang terbuka akan menampung pengendapan partikel mikroba udara sekitar 1 m³ selama terpapar 15 menit, menggunakan media sampling standar *brain heart infusion* agar atau *trypticase soy* agar. Metode ini mudah dan tidak mahal tapi hasilnya tidak betul – betul kuantitatif.

b. Metode *volumetric air sampling*

Merupakan metode kuantitatif yang lebih tepat, karena partikel udara yang lebih kecil (3mm) dengan kondisi kelembaban udara akan tetap tersuspensi di udara, tidak turun mengendap di permukaan suatu lempeng agar tetapi dengan metode *high-velocity-volumetric air sampling*, partikel kecil di

udara dapat ditarik dengan kecepatan tinggi ke dalam saluran alat menggunakan suatu pompa (*vacuum pump*). Selain itu keuntungan pada partikel ukuran besar yang umumnya diudara rumah sakit, rerata 10-15 mm, dapat ditarik masuk ke dalam media cair (*collection fluid*) dan terjadi gelembung-gelembung udara yang dapat memecahkan partikel besar sehingga semua kandungan sel-sel mikroba yang hidup akan terpecah dan merata menempa, menempel pada permukaan lempeng agar yang mengandung nutrisi (*brain heart infusion* agar atau *trypticase soy* agar atau *Mueller hinton* agar dan *saboroud glucose* agar), sehingga mereflesi jumlah total mikroba didalam udara per satuan m³. Kecepatan aliran udara harus dikalibrasi dengan tepat untuk menjamin hasil yang akurat (Kemenkes, 2002)

c. Membran Filter

Prinsip kerja instrumen membran filter pada dasarnya mirip dengan prinsip kerja alat pengambil air. Udara disaring melalui suatu saringan khusus yang diletakkan pada bagian alat penyaring dan partikel-partikel akan tertahan di atas saringan. Saringan selanjutnya diletakan pada suatu piringan yang terbuat dari kertas penyerap yang penuh dengan media pertumbuhan yang sesuai dan kemudian di inkubasikan. Bakteri yang terdapat pada saringan tersebut dapat langsung diuji secara mikroskopis.

d. *Bubling*

Metode dilakukan dengan cara mengalirkan sejumlah udara yang terukur melalui media cair seperti isotonic saline, kemudian campuran tersebut dituangkan ke dalam cawan petri.

e. *Sand Filtration*

Metode ini dilakukan dengan cara mengalirkan udara yang terukur jumlahnya melalui suatu lapisan pasir steril dalam tabung gelas kecil. Pasir tersebut kemudian dicampur dalam saline isotonicsteril, kemudian dikocok dan campuran supernatan tersebut dituangkan pada cawan petri. Metode ini mempunyai keuntungan, yaitu konstruksinya sederhana dan mudah dibawa. Pasir harus diseleksi untuk mendapatkan ukuran yang tepat dan sterilisasi dilakukan secara hati-hati untuk menghindari perlekatan. Faktor lain yang diperhatikan adalah bahwa hanya bakteri yang bertahan hidup saja yang terdeteksi pada selang mulai pengambilan sampel sampai pembiakan pada cawan petri dapat diobservasi.

f. *Bio-test RCS Air Sampler*

Pemakaian alat Bio-test Air Sampler, prinsip pengoperasiannya dengan mengalirkan udara yang terukur volumenya (40 liter) pada suatu kipas dan di dalam pelindung kipas sudah terpasang media agar strip dengan posisi permukaan agar strip mengarah ke kipas. Alat akan berhenti secara otomatis

sesuai dengan setting waktu yang dikehendaki, setelah itu agar strip dilepas dari tempatnya dandi inkubasikan dalam inkubator.

3. Angka Lempeng Total (ALT)

ALT (Angka lempeng total) adalah metode untuk menentukan jumlah kuman, tidak membedakan spesiesnya dan bersifat kuantitatif. Uji angka lempeng total (ALT) atau tepatnya ALT aerob mesofil anaerob mesofil menggunakan media padat dengan hasil akhir berupa koloni yang diamati secara visual berupa angka dalam koloni (CFU) per ml/gram atau koloni/100 ml. Cara yang digunakan dengan dengan metode tuang (*pour plate*) dan metode sebar (*spread plate*).

Prinsip dari ALT adalah menghitung pertumbuhan koloni bakteri aerob mesofil setelah sampel ditanam pada lempeng media yang sesuai kemudian diinkubasi selama 24-48 jam pada suhu 35-37°C. Pada pengujian angka lempeng total (ALT) menggunakan *plate count agar* (PCA) sebagai media padatnya (BPOM RI, 2008).

Koloni yang tumbuh tidak selalu berasal dari satu sel mikroba, karena beberapa mikroba tertentu cenderung berkelompok atau berantai. Bila ditumbuhkan pada media dan lingkungan yang sesuai, kelompok bakteri ini akan menghasilkan satu koloni. Oleh karena itu, sering digunakan istilah *Colony Forming Unit* (CFU) untuk menghitung jumlah mikroba hidup (BPOM RI, 2006). Batas penundaan pada pemeriksaan ALT adalah 1- 12 jam (Lay, 1994).

Metoda hitungan cawan merupakan cara yang paling sensitive untuk menentukan jumlah jasad renik karena beberapa hal yaitu:

1. Hanya sel yang masih hidup yang dapat dihitung.
2. Beberapa jenis jasad renik dapat dihitung satu kali.
3. Dapat digunakan untuk isolasi dan identitas jasad renik karena koloni yang terbentuk mungkin berasal dari jasad renik yang menetap menampakkan pertumbuhan yang spesifik.

Jumlah bakteri hidup yang terhitung (*viable count*) menggambarkan sel yang hidup, sehingga lebih tepat apabila dibandingkan dengan cara total cell count. Pada metode angka kuman total setiap sel mikroba yang hidup dalam suspensi akan tumbuh menjadi 1 koloni setelah diinkubasi dalam media biakan dengan lingkungan yang sesuai.

4. Perhitungan Angka Kuman

Angka kuman adalah perhitungan jumlah bakteri yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap sel bakteri hidup dalam suspensi akan tumbuh menjadi satu koloni setelah diinkubasikan dalam media biakan dan lingkungan yang sesuai. Setelah masa inkubasi jumlah koloni yang tumbuh dihitung dari hasil perhitungan tersebut merupakan perkiraan atau dugaan dari jumlah dalam suspensi tersebut (Nizar, 2011).

Settling plate merupakan salah satu teknik yang dapat digunakan untuk analisis mikrobiologi udara. Teknik ini dilakukan dengan memaparkan cawan petri yang berisi suatu media agar yang dibuka sehingga permukaan agar terpapar udara untuk beberapa menit. Setelah

cawan petri diinkubasi akan tampak pertumbuhan sejumlah koloni. Masing-masing koloni menunjukkan satu bakteri yang jatuh pada permukaan agar. Dengan pengulangan *settling plate* ini pada periode waktu tertentu digunakan untuk memperoleh suatu dugaan adanya kontaminan udara dan gambaran tentang jenis bakteri (Pasquarella, 2000).

Koloni bakteri dihitung menggunakan metode hitungan cawan. Prinsip metode hitungan cawan adalah menumbuhkan sel bakteri pada cawan petri dengan media agar, maka bakteri mampu berkembang dan membentuk koloni (Harti, 2015). Jumlah koloni mikroba yang tumbuh pada media agar dan dapat dihitung berkisar antara kurang dari 300 koloni. Jika jumlah koloni lebih dari 300 koloni maka dapat dicatat dengan terlalu padat untuk dihitung (*too numerous to count*, TNTC) (Harmita, 2008).

Syarat perhitungan dengan metode cawan *menggunakan standart plate count* (SPC) sebagai berikut:

- a. Cawan yang dipilih dan dihitung memiliki jumlah koloni 30-300.
- b. Koloni yang bergabung menjadi satu merupakan satu kumpulan koloni besar dimana jumlah koloni diragukan dapat dihitung sebagai satu koloni.
- c. Satu deretan rantai koloni yang terlihat sebagai satu garis tebal dihitung sebagai satu koloni.

Faktor-faktor lingkungan yang mempengaruhi mikroba udara adalah suhu atmosfer, kelembaban, angin, ketinggian, dan lain-lain. Temperatur dan kelembaban relatif adalah dua faktor penting yang menentukan viabilitas dari mikroorganisme dalam aerosol.

5. Sterilisasi Ruangan

Sterilisasi adalah suatu proses yang sangat penting dilakukan jika menginginkan suatu keadaan yang bebas dari mikroba beserta sporanya. Steril artinya bebas dari segala mikroba baik patogen maupun tidak. Tindakan untuk membuat suatu benda menjadi steril disebut sterilisasi.

Sterilisasi merupakan proses kimia atau fisika yang digunakan untuk menghancurkan semua bentuk kehidupan mikroorganisme. Pada proses sterilisasi, spora bakteri adalah yang paling resisten diantara semua organisme hidup. efektivitas sterilisasi tergantung pada jumlah dan jenis mikroorganisme, jumlah dan jenis kontaminasi oleh zat lain, serta ada tidaknya tempat-tempat perlindungan mikroorganisme pada alat misalnya pada alat yang bergigi (Rahayu dkk, 2017).

Bakteri dapat dikendalikan dengan beberapa cara diantaranya adalah:

a. Desinfeksi

Desinfeksi adalah perusakan, penghambatan atau penghapusan mikroba yang dapat menyebabkan penyakit atau masalah lain misalnya seperti pembusukan. Hal ini biasanya dicapai dengan menggunakan bahan kimia (Sulaiman, 2013).

b. Antiseptik

Antiseptik adalah antibakteri yang melawan flora patologis secara mekanis, kimiawi, atau gabungan keduanya dengan tujuan membunuh, menghambat, atau menurunkan jumlah mikroorganisme (Hamijya dkk, 2014)

a. Pengendalian mikroba dengan filtrasi

Filter udara berefisiensi tinggi untuk menyaring udara yang berisikan partikel (*High Efficiency Particulate Air Filter* atau HEPAF) memungkinkan dialirkannya udara bersih kedalam ruangan tertutup dengan system aliran udara laminar (*Laminar Air Flow*) (Rahayu dkk, 2017).

Pengendalian mikroba dengan filtrasi ada dua filter, yaitu filter bakteriologis dan filter udara.

- 1) Filter bakteriologis biasanya digunakan untuk mensterilkan bahan-bahan yang tidak tahan terhadap pemanasan, misalnya larutan gula, serum, antibiotika, antitoksin, dll
- 2) Filter udara berefisiensi tinggi untuk menyaring udara yang berisikan partikel (*High Efficiency Particulate Air Filter* atau HEPA) memungkinkan dialirkannya udara didalam ruangan tertutup dengan system udara laminar (*laminar air flow*).

b. Pengendalian mikroba dengan radiasi

Bakteri dapat terbunuh dengan penyinaran radiasi dimana dengan radiasi sinar pengion dan non pengion. Radiasi sinar pengion adalah radiasi yang membawa energi yang cukup untuk melepaskan elektron

dari atom atau molekul, sehingga mengionisasi atom atau molekul tersebut. Radiasi pengion terdiri dari partikel subatomik, ion atau atom yang energetik yang bergerak dengan kecepatan tinggi (biasanya lebih besar dari 1% dari laju cahaya), dan gelombang elektromagnetik pada ujung energi tinggi dari spektrum elektromagnetik.

Radiasi non pengion tidak memancarkan partikel dari bahan lain, karena energinya rendah. Namun, mereka membawa energi yang cukup untuk membangkitkan elektron dari permukaan tanah ke tingkat yang lebih tinggi. Mereka adalah radiasi elektromagnetik; dengan demikian, memiliki komponen medan listrik dan magnet yang sejajar satu sama lain dan arah rambat gelombang. Selain itu, Ultraviolet, inframerah, cahaya tampak dan microwave adalah beberapa contoh radiasi non pengion. Sinar ultra violet (UV) dan sinar-sinar ionisasi. Bakteri yang berada diudara atau didalam ruangan yang terpapar sinar UV akan mati (Rahayu dkk, 2017).

6. Penurunan Angka Kuman dengan Sinar

Bakteri tidak dapat berfotosintesis dengan adanya sinar radiasi. Sinar yang lebih pendek gelombangnya yaitu gelombang antara 240 – 300 nm, berbagai macam sinar dalam membunuh bakteri yaitu sinar matahari, sinar x, sinar *ultraviolet* (Rahayu dkk, 2017).

a. Sinar Gamma

Sinar gamma juga dapat digunakan untuk mensterilkan peralatan medis. Sinar gamma memiliki keuntungan yaitu paparan dari sinar

gamma lebih baik dan lebih efektif dalam mematikan segala jenis virus, bakteri, dan parasite.

b. Sinar X

Radiasi sinar X memiliki beragam kegunaan dari radiasi untuk diagnostic, pemeriksaan sinar x gigi, membunuh bakteri dan untuk radioterapi. Sinar x sering digunakan di daerah sebagai photo rontgen yang berfungsi untuk photo thorax, tulang tangan, kaki, organ tubuh yang lainnya (Suyatno, 2008).

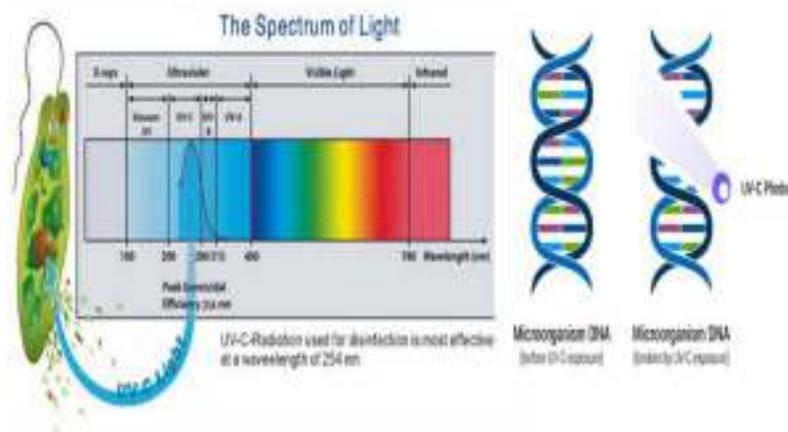
c. Sinar *Ultraviolet* (UV)

Ultraviolet merupakan suatu bagian dari spektrum elektromagnetik dan tidak membutuhkan medium untuk merambat. *Ultraviolet* mempunyai rentang panjang gelombang antara 100 – 400 nm yang berada di antara spektrum sinar X dan cahaya tampak.

Sinar *ultraviolet* dapat dibedakan menjadi tiga jenis yaitu : Sinar *ultraviolet* A (UV A) dengan panjang gelombang 320-400 nm; sinar *ultraviolet* B (UV B) dengan panjang gelombang 290-320 nm; dan *ultraviolet* C (UV C) dengan panjang gelombang 200-290 nm (Havas, 2008).

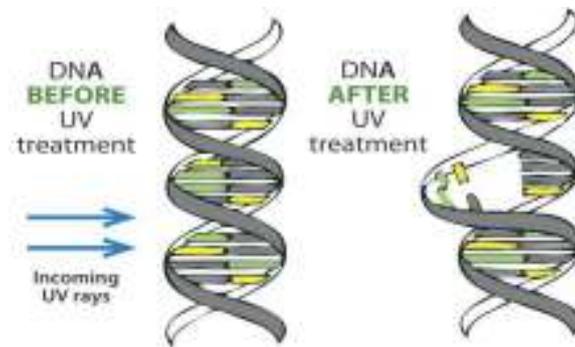
Mekanisme desinfeksi menggunakan ultraviolet yaitu dengan radiasi ultraviolet yang melakukan penetrasi ke dinding sel mikroorganisme dan mengubah komposisi asam nukleatnya. Absorpsi ultraviolet oleh DNA (atau RNA pada beberapa virus) dapat menyebabkan mikroorganisme tersebut tidak mampu

melakukan replikasi akibat pembentukan ikatan rangkap dua pada molekul-molekul pirimidin. Sel yang tidak mampu melakukan replikasi akan kehilangan sifat patogenitasnya. Radiasi ultraviolet yang diabsorpsi oleh protein pada membran sel akan menyebabkan kerusakan membran sel dan kematian sel (Snider et al, 1991). Efektivitas sinar ultraviolet terhadap daya bunuh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain pada luas ruangan, intensitas cahaya yang digunakan, lama waktu penyinaran, jarak sumber cahaya terhadap bakteri, dan juga jenis bakteri itu sendiri (Ariyadi, 2009).



Gambar 1. Mekanisme Kerja sinar *ultraviolet*
(Sumber : USEPA, 2003)

Seperti terlihat pada gambar di atas mekanisme kerja sinar ultraviolet adalah absorpsi oleh asam nukleat tanpa menyebabkan kerusakan pada permukaan sel, energi yang diabsorpsi ini akan menyebabkan terjadinya ikatan antara molekul-molekul timin yang bersebelahan dan menyebabkan terbentuknya dimer timin sehingga fungsi dari asam nukleat terganggu dan mengakibatkan kematian bakteri (Ariyadi, 2009).



Gambar 2. DNA bakteri yang dipengaruhi sinar UV

(Sumber : USEPA, 2003)

Pada gambar 2. Terlihat sel DNA bakteri yang telah mengalami kerusakan salah satu bagian asam nukleatnya akibat penyinaran sinar ultraviolet. Bakteri mempunyai suatu sistem metabolik fungsional yang bervariasi dalam mekanisme untuk memperbaiki kerusakan asam nukleatnya. Adanya kemampuan mikroba untuk memperbaiki kerusakan selnya akan dapat mempengaruhi efisiensi proses desinfeksi, namun mekanisme reaktivasi mikroorganisme tersebut dapat diatasi dengan penggunaan dosis sinar ultra violet yang sesuai. Dengan penggunaan sinar ultra violet secara berlebihan, atau tidak terkontrol dapat menyebabkan ketidakefektifan dari sinar ultra violet, sehingga lama dan jarak dan penyinaran harus sesuai dengan alat atau bahan yang disterilkan (Cahyonugroho, 2010).

7. *Ultraviolet Tube*

Ultraviolet Tube atau disebut dengan *ultraviolet water sterilizer* adalah alat yang berupa tabung sinar ultraviolet yang dapat digunakan untuk mensterilkan air minum. Alat ini terbentuk tabung dimana didalamnya terdapat lampu yang dapat membangkitkan sinar ultraviolet yang digunakan untuk mensterilkan air yang melewati lampu atau sinar tersebut.

Ultraviolet Tube ini mampu digunakan dalam mensterilkan udara. Air dapat disterilkan menggunakan *Ultraviolet Tube* sehingga udara dengan yang memiliki kerapatan molekul lebih kecil daripada air dapat juga dilakukan sterilisasi menggunakan alat ini (dimana kerapatan udara yaitu $1,29 \text{ kg/m}^3 < \text{kerapatan air } 1000 \text{ kg/m}^3$).

1. Komponen *Ultraviolet Tube*

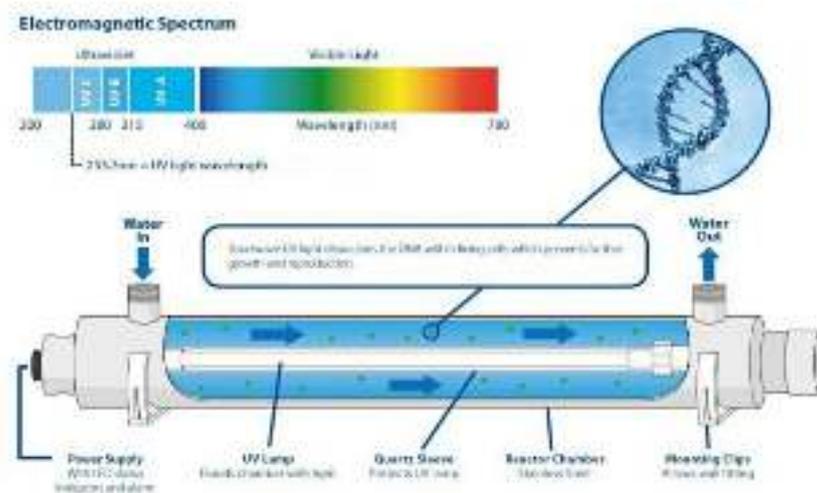
Alat *Ultraviolet Tube* ini terdiri beberapa bagian yaitu:

- a) Adaptor berguna untuk menyediakan catuan daya listrik sesuai dengan tegangan dan arus yang dibutuhkan oleh lampu *ultraviolet* didalam tabung.
- b) Bagian yang kedua adalah tabung *ultraviolet* yang berguna untuk menempatkan lampu *ultraviolet*. Pada bagian inilah air minum atau udara dialirkan masuk kedalam euangan steril yang berisi sinar ultraviolet.
- c) Alat ketiga adalah quartz sleeve atau selongsong kaca *ultraviolet* yang berfungsi untuk melindungi lampu *ultraviolet*

d) Alat keempat adalah bohlam lampu *ultraviolet* yang memancarkan radiasi sinar *ultraviolet* yang berfungsi membunuh kuman. Akibat sinar ultraviolet inilah maka kuman, bakteri dimatikan sehingga keluaran dari tabung air atau udara sudah steril atau berkurang angka kumannya.

2. Prinsip Kerja *Ultraviolet Tube*

Dalam alat *Ultraviolet Tube* terdapat lubang *in* dan lubang *out*. Lubang *in* berfungsi untuk tempat masuknya aliran udara yang akan dilewatkan pada sinar *ultraviolet*. Pada ujung alat, terdapat vacum yang akan menyedot udara agar masuk kedalam lubang tersebut. Udara akan melewati sekeliling lampu *ultraviolet* yang berada didalam tabung dan keluar melalui lubang *out*. Bakteri yang ada dalam udara yang melewati sinar *ultraviolet* didalam tabung akan mati.



Gambar 3. Mekanisme Kerja *Ultraviolet Tube*
(Sumber : USEPA, 2003)

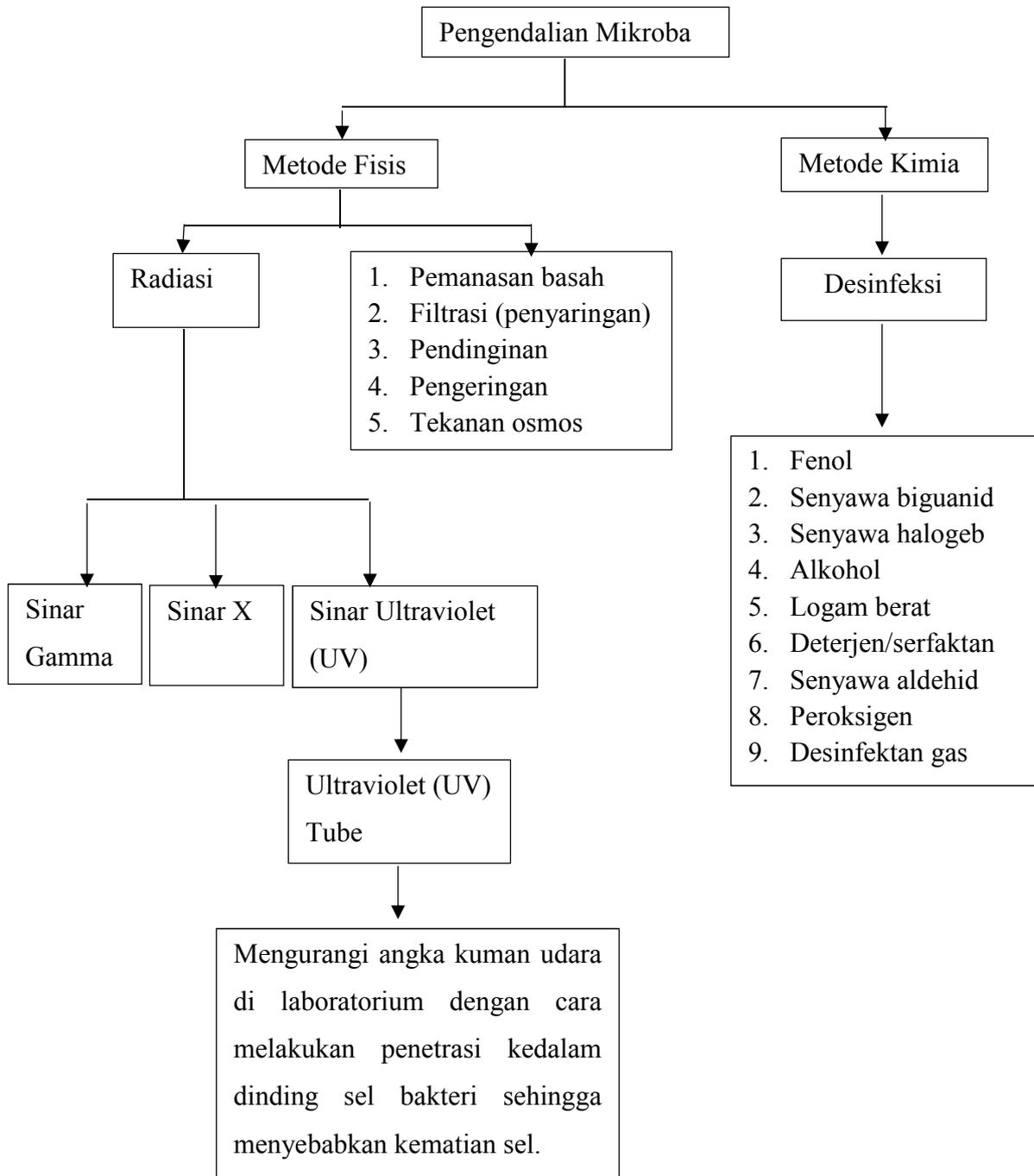
8. Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

Salah satu sarana penunjang kegiatan belajar mengajar di Jurusan Analis Kesehatan adalah Laboratorium Bakteriologi. Selain untuk menunjang kegiatan praktikum mahasiswa, Laboratorium Bakteriologi juga digunakan untuk menunjang kegiatan penelitian mahasiswa dan dosen di Jurusan Analis Kesehatan.

Laboratorium bakteriologi memiliki dua ruangan yaitu ruangan praktikum utama di sisi utara dan ruangan persiapan disisi selatan. Ruangan utama berukuran 8,75 x 9,72 meter dengan tinggi 3,18 meter dan merupakan ruangan yang paling sering, digunakan untuk pemeriksaan bakteriologi. Banyak pemeriksaan bakteriologi yang digunakan diruang utama seperti pewarnaan gram, pewarnaan BTA, pewarnaan spora, identifikasi berbagai spesies bakteri, pemeriksaan sensitivitas antimikroba, pemeriksaan ISK, pemeriksaan secret tenggorokan, dan pemeriksaan bakteriologi pangan. Ruangan persiapan digunakan untuk penyimpanan serbuk agar dan reagen, melakukan autoklaf, menyimpan alat-alat kaca steril dan menyimpan media steril dalam kulkas. Ruang persiapan berukuran 8,4 x 3,26 meter dengan tinggi 2,7 meter.

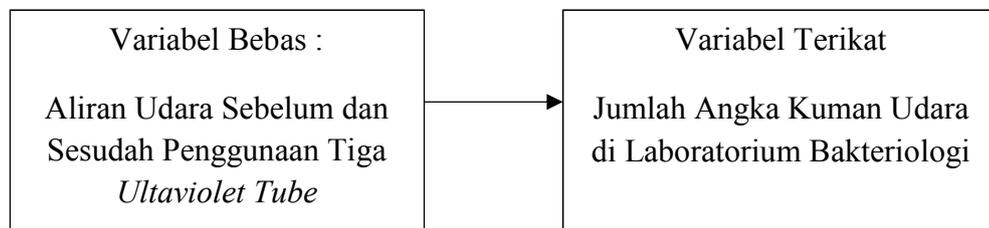
Pengendalian mikroba pada ruangan dilakukan dengan cara mengepel lantai dengan larutan yang mengandung desinfektan, membersihkan meja dengan alcohol 96% setelah praktikum dan mencuci tangan sebelum dan setelah melakukan pemerksaan di laboratorium bakteriologi.

B. Kerangka Teori



Gambar 4. Kerangka Teori

C. Hubungan Antar Variabel



Gambar 5. Hubungan Antar Variabel

D. Hipotesis

Ada penurunan angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analisis Kesehatan

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

A. Jenis penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian eksperimen semu (*quasi experiment*) adalah penelitian yang menguji coba suatu intervensi pada sekelompok subyek yaitu udara yang dialirkan dalam *Ultraviolet Tube* yang diberi perlakuan berbeda, dengan atau tanpa kelompok pembanding dan tidak dilakukan randomisasi untuk memasukkan subyek ke dalam kelompok perlakuan atau kontrol (Dharma, 2015).

B. Desain penelitian

Desain penelitian yang digunakan adalah *pre-experimental design* dengan rancangan ulang *one group pretest-posttest design*. Pada desain ini terdapat pretest yang merupakan sampel sebelum diberikan perlakuan dan posttest yang merupakan sampel setelah diberikan perlakuan. Dengan demikian hasil perlakuan dapat diketahui lebih akurat, karena dapat membandingkan dengan keadaan sebelum diberi perlakuan (Sugiyono, 2012).

Sebelum	Perlakuan	Setelah
O_1	X	O_2

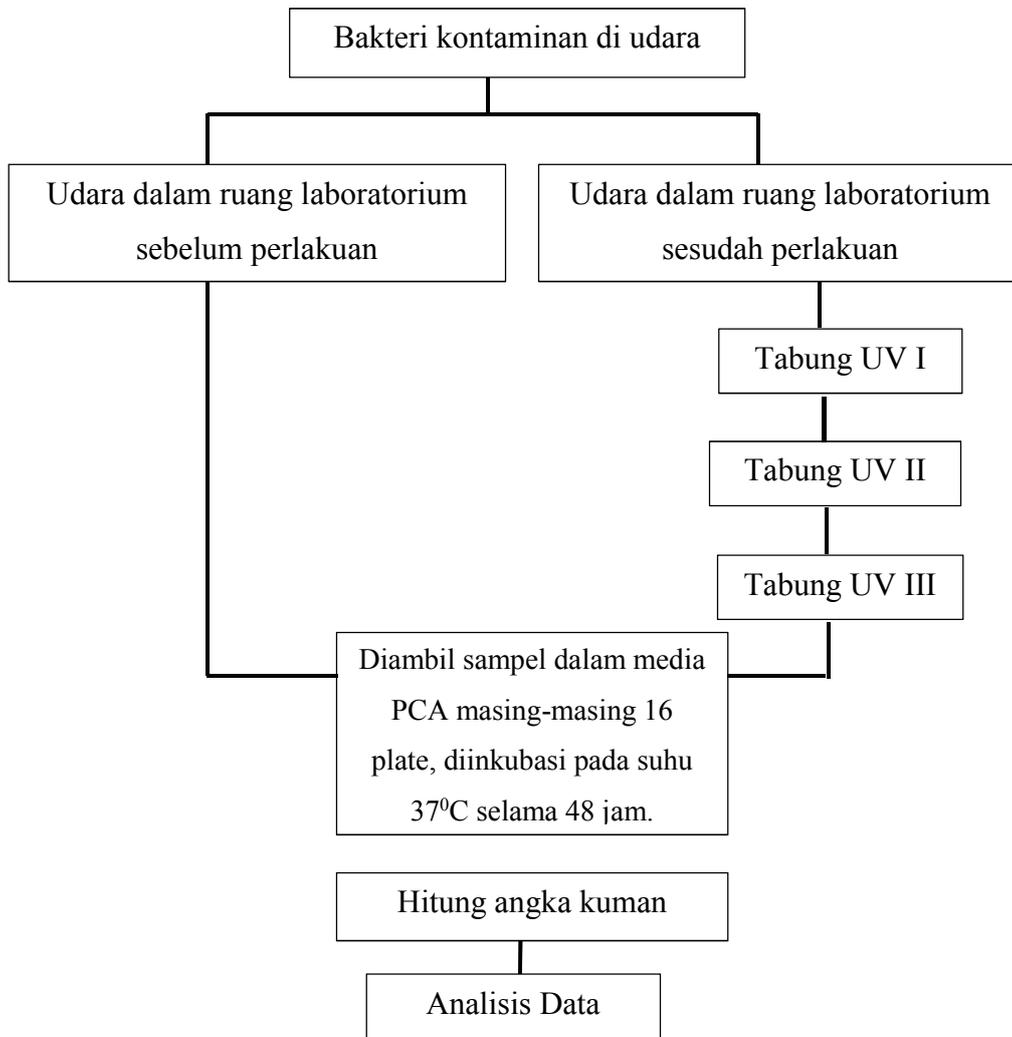
Keterangan :

O_1 : Penghitungan jumlah kuman udara diruangan sebelum dilakukan penyinaran dengan *Ultraviolet Tube*

X : Penyinaran menggunakan *Ultraviolet Tube*

O_2 : Penghitungan jumlah kuman udara diruangan setelah dilakukan penyinaran dengan *Ultraviolet Tube*.

C. Alur Penelitian



Gambar 6. Alur Penelitian

D. Subjek dan Objek

1. Subjek

Subjek penelitian ini adalah Udara ruang Laboratorium yang disedot menggunakan vakum dengan kecepatan 100 liter/menit dan dialirkan melewati *Ultraviolet Tube* kemudian selanjutnya dilakukan penanaman dengan metode *spread plate*.

2. Objek

Kuman yang tumbuh pada media PCA.

Penentuan besar pengulangan sampel penelitian dapat ditentukan menggunakan rumus Federer dalam Supranto (2011) sebagai berikut:

$$(t-1)(r-1) \geq 15$$

t = jumlah kelompok perlakuan

r = jumlah sampel

15 = patokan konstanta minimal dari derajat ketelitian

Rumus di atas merupakan persamaan dengan konstanta minimal. Untuk meningkatkan derajat ketelitian, maka peneliti membuat patokan konstanta dengan derajat ketelitian sebesar 15. Dengan demikian jumlah ulangan:

$$\begin{aligned} (t-1) (r-1) &\geq 15 \\ (2-1) (r-1) &\geq 15 \\ r-1 &\geq 15 : 1 \\ r &\geq 15 + 1 \\ r &\geq 16 \end{aligned}$$

Jumlah sampel yang digunakan dalam penelitian adalah sejumlah 16 plate baik untuk sebelum maupun sesudah penyinaran dengan *ultraviolet tube*.

E. Waktu dan Tempat

1. Waktu

Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Oktober-November 2020

2. Tempat

- a. Penelitian ini akan dilaksanakan di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.
- b. Tempat pemeriksaan sampel di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

F. Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah :

1. Variabel Bebas

Aliran udara sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube*

2. Variabel Terikat

Variabel terikat dalam penelitian ini adalah angka kuman udara di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta

G. Definisi Operasional

1. Variabel Bebas

Aliran udara sebelum penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* adalah jumlah udara di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan sebelum dilewatkan menggunakan tiga *Ultraviolet Tube* yang dialirkan menggunakan vacuum dengan debit keluaran 100 liter/menit.

Aliran udara sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* adalah jumlah udara di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan sesudah dilewatkan menggunakan tiga *Ultraviolet Tube* yang dialirkan menggunakan vacuum dengan debit keluaran 100 liter/menit.

Satuan : -

Skala : Nominal

2. Variabel Terikat

Angka kuman adalah jumlah koloni kuman udara di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta yang ditanam di media *Plate Count Agar* (PCA) dan di inkubasi dalam incubator selama 2x24 jam pada suhu 37⁰C dan dibaca jumlah koloni yang tumbuh menggunakan *colony counter*.

Satuan : CFU/m³

Skala : Rasio

H. Jenis dan Teknik Pengumpulan Data

1. Jenis Data

Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis data primer yaitu hasil pemeriksaan nyata yang dilakukan sendiri oleh peneliti yang berasal dari pemeriksaan angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

2. Teknik Pengumpulan Data

Teknik yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data yaitu dengan melakukan pemeriksaan angka kuman udara. Data yang diperoleh dihitung dengan metode Angka Lempeng Total (ALT). Kemudian dihitung jumlah pertumbuhan angka kuman yang tumbuh pada media PCA (Plate Count Agar).

I. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan : inkubator, autoklaf, kompor listrik, neraca analitik, *Ultraviolet Tube* 3 buah, timer, termometer dan higrometer, mikropipet 1 ml, cawan petri, labu erlenmeyer, vacuum dengan debit aliran 100 liter/menit, lampu bunsen, kertas saring, koloni meter
2. Bahan yang digunakan :
 - a. Serbuk media *Plate Count Agar (PCA)*
 - b. Aquades

J. Prosedur Penelitian

1. Tahap persiapan

a. Menyiapkan tabung ultraviolet (UV), vacum, selang, pralon, double tape

b. Pembuatan media *Plate Count Agar* (PCA)

1) Menimbang 23,5 gram serbuk *Plate Count Agar* (PCA)

2) Melarutkan serbuk dengan 1000 ml akuades dengan cara dipanaskan dan dihomogenkan.

3) Tuang ke dalam cawan petri steril secara aseptik.

2. Tahap pelaksanaan

a. Pengambilan sampel angka kuman udara sebelum dilakukan pengaliran udara ke dalam tabung ultraviolet (UV).

1) Menyedot udara dengan vakum berkecepatan 100 lt/menit.

2) Tutup penyerap harus sudah disterilisasi

3) Letakkan media *Plate Count Agar* (PCA) di bagian udara keluar setelah proses vakum udara dengan jarak 15 cm selama 1 menit

4) Menginkubasi cawan petri selama 48 jam pada suhu 37⁰C.

5) Setelah masa inkubasi selesai, hasil perhitungan koloni pada media dibaca dengan menggunakan *colony counter*.

b. Perhitungan angka kuman udara.

1) Menghidupkan *Colony Counter*

2) Menempatkan media agar dengan posisi terbalik pada display dan hidupkan lampu.

3) Memasang kabel detector pada *Colony Counter*.

- 4) Menghidupkan kalkulator.
- 5) Menghitung koloni kuman yang tumbuh dengan cara menekan ujung detector pada agar strip.
- 6) Jumlah koloni kuman yang terbentuk pada agar strip dapat dibaca pada kalkulator.

Rumus perhitungan koloni :

$$KK / m^3 = \frac{\sum koloni \times 1000}{vol. pengambilan} = \dots\dots CFU / m^3$$

Keterangan :

KK = Jumlah koloni kuman yang terbentuk

- c. Pengaliran udara ke dalam tabung UV I.
- d. Pengambilan sampel angka kuman udara setelah udara dialirkan ke dalam tabung UV I, UV II, UV III yang dipasang seri menggunakan pipa sebagai penyambungannya. Langkah pengambilan sampel sama dengan point a.
- e. Menghitung koloni angka kuman udara setelah udara dialirkan ke dalam tabung UV III. Langkah-langkah seperti pada point b.

K. Etika Penelitian

Penelitian yang dilakukan sudah mendapatkan persetujuan dari Komisi Etik Penelitian Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta nomor e-KEPK/POLKESYO/0638/X/2020.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Telah dilakukan pengambilan sampel udara menggunakan *Ultraviolet Tube*, dimana alat ini didesain sederhana yaitu rangkaian antara vakum berkapasitas 100 liter/menit dengan menggunakan tiga UV tube yang di dalamnya terdapat sinar ultraviolet (UV) yang masing – masing mempunyai daya 40 watt, kemudian setiap bagian dihubungkan dengan pralon dan direkatkan dengan double tape yang disusun secara seri. Alat ini digolongkan alat yang sederhana, karena biaya yang dibutuhkan cukup terjangkau.

Pengambilan contoh sampel udara dilakukan di laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan. Penelitian dilakukan ketika ruangan selesai digunakan untuk praktikum. Ruang laboratorium bakteriologi berukuran 8,73 x 9,72 meter dengan tinggi 3,18 meter.

Penelitian ini dilakukan sebanyak 16 kali pengulangan sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* dengan 4 titik lokasi pengambilan yang berbeda selama 4 hari sehingga didapatkan 32 data sampel. Kemudian sampel dilakukan inkubasi selama 2x24 jam pada suhu 37⁰C pada masing-masing petri dan dihitung koloni yang tumbuh pada media PCA. Data hasil penelitian ditunjukkan pada tabel 3.

Tabel 2. Data hasil penurunan angka kuman udara sebelum dan sesudah perlakuan
Angka Kuman Udara (CFU/m³)

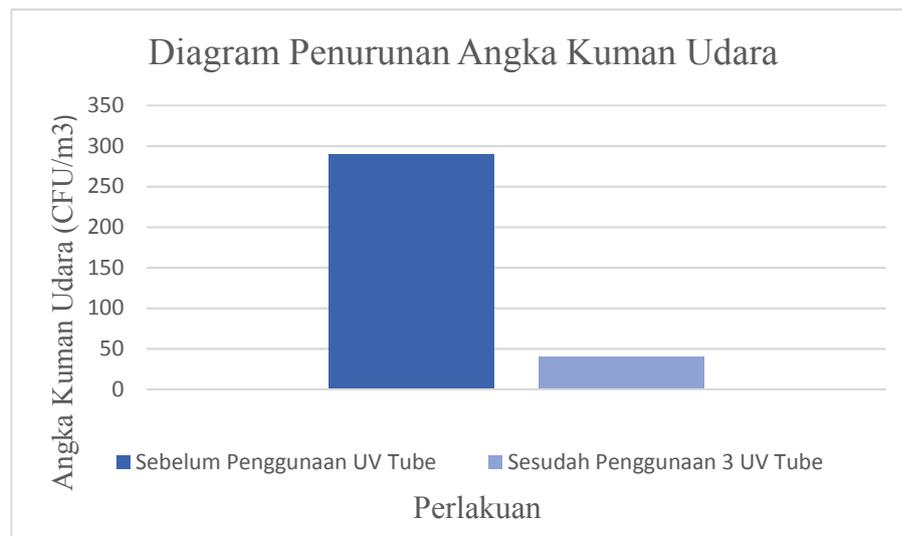
Pengulangan Sampel	Sebelum Perlakuan	Sesudah Perlakuan	Persentase Penurunan (%)
1	290	40	86
2	280	40	86
3	250	30	88
4	240	40	83
5	310	50	84
6	300	40	87
7	580	90	84
8	300	30	90
9	280	30	89
10	290	40	86
11	280	40	86
12	270	40	85
13	250	30	88
14	270	30	89
15	300	40	87
16	310	40	87
Jumlah	4800	650	1385
Rerata	300	41	87

Sumber: Data Primer, 2020

Tabel 2 menunjukkan rerata angka kuman udara sebelum dan sesudah perlakuan, dimana rerata perlakuan sebelum penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* didapatkan hasil 300 CFU/m³ dan sesudah perlakuan di dapatkan hasil 41 CFU/m³ dengan rata-rata persentase penurunan 87%.

Data dari angka kuman udara pada tabel 2 kemudian dijelaskan dalam bentuk diagram batang untuk memperlihatkan penurunan angka kuman udara, menunjukkan pada Gambar 7.

Gambar 7. Diagram penurunan angka kuman udara



Sumber: Data Primer, 2020

Diagram batang pada Gambar 7 menunjukkan tingginya penurunan angka kuman udara dilihat dari tinggi diagram, dimana rerata angka kuman udara sebelum menggunakan tiga *Ultraviolet Tube* yaitu sebesar 300 CFU/m³ sedangkan sesudah sebesar 41 CFU/m³. Rata-rata persentase penurunan jumlah angka kuman udara yaitu 87% dengan penurunan paling rendah sebesar 83% dan penurunan paling tinggi sebesar 90%. Penggunaan Tabung UV berpengaruh terhadap penurunan angka kuman udara.

Hasil uji normalitas data menggunakan *One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test* untuk mengetahui distribusi data, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Normalitas Data

Hasil Uji Kolmogorov-Smirnov Satu Sampel	
Angka Kuman Udara	
Asymp.Sig (2-tailed)	0,15

Sumber: Hasil Uji Normalitas Data SPSS 16.0

Nilai *Asymp. Sig* yang diperoleh dari uji normalitas data menunjukkan taraf signifikansi yaitu sebesar 0,15 (nilai tersebut lebih besar dari 0,05) yang artinya data distribusi normal. Sehingga perhitungan untuk uji beda dapat menggunakan Paired Sampel T-Test. Analisis statistik parametrik dengan uji Paired Sampel T-Test dilakukan dengan kepercayaan 95 %. Hasil uji *Paired Sampel T-test* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 4. Hasil Uji Paired Sampel T-Test

Hasil Uji Paired Sampel T-Test	
Angka Kuman Udara	
Asymp.Sig (2-tailed)	0,00

Sumber: Hasil Uji Normalitas Data SPSS 16.0

Uji Paired Sampel T-test menunjukkan hasil *Asymp. Sig (2-tailed)* atau signifikan sebesar 0,000 yang berarti hipotesis H_0 ditolak dan H_a diterima. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa ada penurunan yang signifikan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di ruang Laboratorium Jurusan Analis Kesehatan.

B. Pembahasan

Radiasi sinar *ultraviolet* dapat membunuh bakteri dengan panjang gelombang paling efektif 253,7 nm. Rusaknya sel bakteri oleh sinar *ultraviolet* berawal dari asam nukleat yang dicegah fungsi replikasi mikroorganismenya (Lomrah, 2017). Asam nukleat adalah untaian ganda yang terdiri dari dua bentuk, yaitu DNA dan RNA. Sinar *ultraviolet* akan mengganggu struktur DNA dan RNA yang mendorong terjadinya kerusakan yang diawali dengan pembentukan dimer pirimidin. Pembentukan dimer pirimidin yaitu dengan membentuk ikatan antara pasangan timin atau sitosin-pirimidin yang berdekatan pada untai DNA atau RNA yang sama. Dimer tersebut mencegah mikroorganisme bereplikasi sehingga tidak aktif. Sedangkan dimer timin menyebabkan gangguan DNA, mencegah transkripsi dan replikasi DNA (Haryono, 2012).

Mekanisme kerusakan sel yang menjadi target utama karena intensitas cahaya ultraviolet yaitu membrane dalam dan membrane luar sel bakteri, kandungan protein serta enzim dan asam nukleat yang terdiri atas DNA dan RNA. Kemudian kerusakan tersebut menyebabkan keluarnya material isi sel dan akhirnya mengalami kematian bakteri (Koutchma et al, 2009). Efektivitas tabung *ultraviolet* dalam menurunkan angka kuman udara perlu dilakukan pengujian untuk mengetahui seberapa besar persentase penurunan angka kuman udara

Penelitian penggunaan tabung ultraviolet dalam menurunkan angka kuman udara ini menggunakan waktu 1 menit dengan kecepatan vakum 100

liter/menit dikarenakan pengambilan contoh udara dilakukan secara langsung menggunakan media PCA yang diarahkan di depan saluran keluaran udara, dengan jarak 15 cm dengan 4 titik lokasi pengambilan yang berbeda untuk mewakili contoh udara dalam ruangan tersebut dan tidak merusak media PCA.

Angka kuman di Laboratorium Bakteriologi sebelum penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* sebesar 300 CFU/m³ dan sesudah sebesar 41 CFU/m³, besarnya jumlah angka kuman udara dikarenakan karena padatnya aktifitas yang dilakukan didalam laboratorium dan dapat dipengaruhi suhu didalam ruangan yaitu 26 – 28° C sehingga bakteri psikofilik dan mesofilik dapat hidup. Meskipun jumlah angka kuman udara masih dalam batas normal tetapi tetap perlu dilakukan pengendalian jumlah angka kuman udara untuk menjamin proses penanaman bakteri tidak terkontaminasi.

Penurunan angka kuman udara sebelum dan sesudah udara dialirkan dalam tabung *ultraviolet* menunjukkan hasil yang signifikan, persentase penurunan angka kuman udara di ruang Laboratorium Bakteriologi sebesar 87%, dan untuk mengetahui 13 % bakteri yang tidak mati menggunakan sinar ultraviolet perlu dilakukan identifikasi bakteri sehingga bisa diketahui cara untuk menurunkan angka kuman sampai mendekati 100%.

Hasil penelitian yang didapatkan dalam penelitian ini dapat dikatakan cukup efektif sesuai dengan tabel kriteria nilai efektivitas dalam analisis analitik dimana hasil ini masuk dalam rentang cukup efektif dalam menurunkan angka kuman udara dengan persentase 87%.

Tabel 5. Kriteria Nilai Efektivitas

Persentase	Tingkat Capaian
Diatas 100%	Sangat Efektif
90-100%	Efektif
80-90%	Cukup Efektif
60-80%	Kurang Efektif
Kurang dari 60%	Tidak Efektif

Sumber : Depdagri, Kepmendagri No. 690.900.327

Hasil ini hampir serupa dengan penelitian yang dilakukan oleh Akta tahun 2018 mengenai penggunaan lampu *ultraviolet* secara langsung. Dalam waktu penyinaran 2 jam dengan intensitas sinar *ultraviolet* yang digunakan sebesar 30 watt mampu menurunkan jumlah angka kuman udara sebanyak 80,4%. Perbedaan hasil penelitian ini dapat disebabkan karena penggunaan metode yang berbeda, dimana jika dilihat dari persentase hasil yang di dapatkan, penggunaan tabung *ultraviolet* lebih efektif daripada paparan menggunakan lampu *ultraviolet* secara langsung karena intensitas cahaya yang digunakan dalam tabung *ultraviolet* pada penelitian ini lebih tinggi, yaitu 120 watt. Yang mana menurut Ariyadi (2009), intensitas sinar yang digunakan dapat mempengaruhi efektifitas sinar *ultraviolet* dalam membunuh bakteri.

Keuntungan dalam penggunaan alat *Ultraviolet Tube* dalam proses penurunan angka kuman adalah ketika dilakukan proses penurunan angka kuman udara di ruang laboratorium maka ruangan tetap dapat digunakan untuk aktifitas karena sinar ultraviolet yang digunakan berada didalam tabung berbahan stainless sehingga tidak terjadi kontak secara langsung dengan sinar ultraviolet dan waktu yang dibutuhkan untuk proses penyinaran lebih singkat.

Penggunaan tiga buah tabung *ultraviolet* dalam penelitian ini cenderung lebih efektif dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fitri Nur Rica

(2018) yang hanya menggunakan dua buah tabung dengan presentase penurunan sebesar 84%. Pada praktiknya, digunakan vacuum dengan debit aliran udara sebesar 225 L/menit, sehingga diketahui lama kontak udara dengan *Ultraviolet Tube* adalah selama 3,75 L/detik, sedangkan dalam penelitian ini, digunakan vacuum dengan debit aliran udara sebesar 100 L/menit. Sehingga diketahui lama kontak udara dengan *Ultraviolet Tube* adalah selama 1,66 L/detik. Meskipun lama kontak udara dengan *Ultraviolet Tube* dari penelitian yang dilakukan ini lebih singkat, tetapi memberikan hasil penurunan angka kuman yang lebih tinggi yaitu 87%. Hal ini disebabkan karena paparan udara yang keluar dari *Ultraviolet Tube* pada penelitian yang dilakukan oleh Fitri lebih cepat sehingga ada beberapa volume udara yang lolos dan tidak tepat tertangkap oleh media PCA yang digunakan sebagai media pertumbuhan bakteri, sedangkan pada penelitian yang dilakukan ini, menggunakan debit aliran udara yang lebih ideal yaitu debit aliran vakum yang didesain menyerupai MAS (*Microbiological Air Sampler*) sehingga seluruh volume udara yang keluar dari *Ultraviolet Tube* tertangkap sempurna pada media PCA.

Faktor pengganggu dalam penelitian ini adalah aktivitas dan mobilitas orang dalam ruangan tersebut. Semakin banyaknya aktivitas yang dilakukan maka angka kuman udara dalam ruangan tersebut semakin tinggi, hal ini sesuai dengan penelitian yang menyebutkan jika 1 orang masuk dalam suatu ruangan, maka angka kuman udara akan bertambah sebanyak 37 juta/jam, selain itu suhu dan kelembaban udara dalam ruangan juga mempengaruhi.

Pengembangan inovasi yang dapat dilakukan pada alat ini yaitu dengan menambah jumlah tabung ultraviolet sehingga bisa didapatkan persentase penurunan angka kuman udara yang lebih besar daripada tiga tabung ultraviolet dengan menggunakan kecepatan vakum lebih dari 100 liter/menit atau menggunakan metode penangkapan kuman yang berbeda yaitu dengan MAS (*Microbiological Air Sampler*).

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi intensitas sinar *ultraviolet* yang digunakan serta semakin banyak tabung *ultraviolet* yang digunakan, maka angka kuman udara semakin turun.

Keterbatasan dalam penelitian ini adalah belum dilakukan identifikasi mikroorganisme khususnya bakteri kontaminan, sehingga belum diketahui spesies bakteri yang menjadi bakteri kontaminan udara. Peneliti berharap dengan dilakukannya penelitian ini maka alat ini dapat dikembangkan dan dipatenkan sehingga menjadi solusi untuk pemilik laboratorium dalam memilih alat untuk mengendalikan kuman udara dengan harga yang terjangkau.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Ada penurunan jumlah angka kuman udara sebelum dan sesudah penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* di ruang laboratorium Jurusan Analis dengan persentase rata – rata penurunan angka kuman udara sebesar 87%.
2. Penggunaan tiga *Ultraviolet Tube* dalam menurunkan angka kuman udara di laboratorium bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan cukup efektif.

B. Saran

1. Penelitian ini dapat diaplikasikan pada ruang laboratorium sebagai upaya pengendalian angka kuman udara.
2. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian tentang identifikasi bakteri yang ada di laboratorium untuk mengetahui gambaran umum jenis spesies bakteri kontaminan yang ada di udara.
3. Peneliti selanjutnya dapat melakukan penelitian sejenis dengan menggunakan perlakuan yang berbeda yaitu menggunakan lebih dari 3 tabung UV untuk mendapatkan tingkat efektivitas yang lebih tinggi dengan menggunakan metode penangkapan kuman yang berbeda (*Microbiological Air Sampler*).

DAFTAR PUSTAKA

- Ariyadi, T. dan Dewi, S.S. 2009. Pengaruh Sinar Ultraviolet Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Bacillus* sp. Sebagai Bakteri Kontaminan. *Jurnal Kesehatan* Vol 2 No. 2. Desember 2009. *Journal*.
<https://jurnal.unimus.ac.id>. Diakses pada tanggal 22 Juni 2020
- Akta. 2018. Perbedaan Jumlah Bakteri Kontaminan Sebelum dan Sesudah Penyinaran Lampu Ultraviolet di Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Kemenkes Yogyakarta. *Skripsi*.
<http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/844/pdf>. Diakses pada tanggal 20 November 2020
- Budiyanto. 2005. *Dasar-dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Erlangga
- Cahyonugroho, O.H. 2010. Pengaruh Intensitas Sinar Ultraviolet Dan Pengadukan Terhadap Reduksi Jumlah Bakteri *E.Coli*. *Journal*.
http://eprints.upnjatim.ac.id/1249/1/3/-Jurnal_Okik_HC.pdf. Diakses pada tanggal 6 Agustus 2020
- Cappucino, J.G. dan Sherman, N. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi*. Edisi VIII. Jakarta: EGC.
- Depdagri, Kepmendagri. 1996. *Tentang Pedoman Penilaian Kinerja* No. 690.900.327
- Dharma, Kusuma Kelana. 2015. *Metodelogi Penelitian Keperawatan: Panduan Melaksanakan dan Menerapkan Hasil Penelitian*, Jakarta: Trans Info Media
- Hamijaya, Legawa., Prihartiningsih., Widiastuti dan Mario Goreti. 2014. Perbedaan Daya Anti Bakteri Tetrachlorodecaoxide, Povidon Iodine, dan Hidrogen Peroxida (H_2O_2) Terhadap Bakteri *Pseudomonas Aeruginosa* secara invitro. *Journal*.
<https://journal.ugm.ac.id/jkg/article/viewFile/29328/17503>. *J Ked Gi*, Vol. 5, No. 4, Oktober 2014: 329 - 335 Diakses pada tanggal 1 Agustus 2020

- Haryono, Rudi. 2012. *Keperawatan Medical Bedah Sistem Pencernaan*. Yogyakarta: Gosyen Publisher.
- Havas, M. 2008. *Health Concerns associated with Energy Efficient Lighting and their Electromagnetic Emissions*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). Trent University Peterborough Canada.
- Kemenkes RI. 2002. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1335/Menkes/SK/X/2002 tentang *Standar Operasional Pengambilan dan Pengukuran Sampel Kualitas Udara Ruang Rumah Sakit*. Jakarta: Kemenkes RI
- Kemenkes RI. 2004. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1204/Menkes/SK/X/2004 tentang *Persyaratan Kesehatan Lingkungan Rumah Sakit*. Jakarta: Kemenkes RI
- Koutchma, T.N., Forney, L.J., dan Moraru, C.I. 2009. *Ultraviolet Light in food Technology: Principles and Applications*. Boca Raton: CRC Press.
- Lomrah, Siti. 2017. Pengaruh Cahaya Ultraviolet C (UV-C) dan Kelembaban Udara (RH) Terhadap Jumlah Bakteri Escherichia coli Pada Kulit Sepatu. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. *Skripsi*. Diakses pada tanggal 15 November 2020
- Martono, B. 2015. Efektivitas Filtrasi Metode Absorban terhadap Penurunan Angka Kuman Udara dalam Kabinet. Tesis. Yogyakarta: Program Pascasarjana Fakultas Kedokteran Universitas Gajah Mada. *Journal*. <http://etd.repository.ugm.ac.id>. Diakses pada tanggal 5 Juli 2020
- Mukono, J. 2014. *Pencemaran Udara Dalam Ruangan*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Nizar, Arie. 2011. Pengaruh Dosis Desinfektan Terhadap Penurunan Angka Kuman Pada Lantai di Ruang Kengana RSUD Prof. Dr. Margono Soekarjo Purwokerto. *Journal*. <http://repository.poltekkes-smg.ac.id>. Diakses pada tanggal 5 Agustus 2020
- Nur Rica, Fitri. 2018. Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum Dan Sesudah Penggunaan Dua *Ultraviolet Tube* Di Ruang Laboratorium

- Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan.
<http://eprints.poltekkesjogja.ac.id/844/pdf>. Diakses pada tanggal 12 Juli 2020
- Pramudiarja U. 2012. Tiap Masuk Ruangan, 1 Manusia Sumbang 37 Juta Bakteri.
<http://hot.detik.com>. Diakses pada tanggal 13 Agustus 2020.
- Prasasti CI, Mukono J, Sudarmaji. 2005. Pengaruh Kualitas Udara Dalam Ruangan Ber-AC Terhadap Gangguan Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 2005:1
- Rahayu, Lailiya Sarah. 2017. Pengendalian Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Dengan Variasi Jarak Sinar Ultra Violet. Undergraduate thesis. Universitas Muhammadiyah Semarang. *Journal*.
<http://repository.unimus.ac.id/834/>. Diakses pada tanggal 6 Agustus 2020.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung : Alfabeta.
- Slamet. 2014. Jumlah Bakteri dan Jamur dalam Ruangan di Jurusan Analis Kesehatan Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Pontianak. *Sanitarian*. Vol. 6 No. 2 :247-251. *Journal*. <https://studylibid.com>. Diakses pada tanggal 1 Agustus 2020
- USEPA. 2003. Ultraviolet Disinfection Guidance Manual Draft. Washongton DC, Office of Ground Water and Drinking Water. United States Environmental Protection Agency
- Waluyo, L. 2010. *Teknik dan Metode Dasar dalam Mikrobiologi*. UMM Press
- WHO. 2003. *Heterotrophic Plate Counts and Drinking Water Safety*. London: IWA Publishing.
- Wibowo, Djoko dan Ristanto. 1987. *Mikrobiologi dalam Pengolahan Pangan*. Ghalia Indo: Jakarta
- Wirawan, 2020. *Sinar Ultraviolet Efektif Bunuh Virus Corona, New York Sterilisasi Kereta Bawah Tanah*. <https://www.kompas.com>. Diakses pada tanggal 11 Agustus 2020

LAMPIRAN

Lampiran 1. Surat Keterangan Selesai Penelitian



SURAT KETERANGAN
Nomor : Lb.02.01/4.1/1016/2020

Dengan ini menyatakan bahwa :

Nama : Dwi Kartika Sari
 NIM : P07134319031
 Institusi : Prodi Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medik
 Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
 Judul Penelitian : Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga *Ultraviolet Tube* di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan

Bahwasanya mahasiswa tersebut diatas telah selesai melakukan penelitian di laboratorium Bakteriologi Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Yogyakarta.

Demikian surat keterangan ini dibuat untuk dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 26 November 2020
 Ketua Jurusan


 Subrata Tri Widada, SKM, M.Sc
 NIK 19631128 198303 1001

Jurusan Kimia
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Jurusan Keperawatan
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Jurusan Kesehatan Lingkungan
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Jurusan Analis Kesehatan
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Jurusan Kefarmasian
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Jurusan Keperawatan Gigi
 Jl. Tatabumi No. 3 Banyuwadèn, Gamping, Sleman, Yogyakarta
 Telp./Fax : 0274-617601

Lampiran 2. Surat Keterangan Layak Etik



KOMITE ETIK PENELITIAN KESEHATAN
POLITEKNIK KESEHATAN KEMENKES YOGYAKARTA
 Jl. Tatabumi No.3, Banyuwadèn, Gamping, Sleman, D.I. Yogyakarta Telp./Fax: (0274) 617801
 Email: kepk@poltekkesyogja.ac.id



KETERANGAN LAYAK ETIK DESCRIPTION OF ETHICAL APPROVAL

No. 0-KEPK/POLKESYO/0638/X/2020

Protokol penelitian yang diusulkan oleh:
The research protocol proposed by

Peneliti Utama : Dwi Karika Sari
Principal in Investigator

Nama Institusi : Poltekkes Kemenkes Yogyakarta
Name of the Institution

Derajat judul:
title

"Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Sebelum dan Sesudah Penggunaan Tiga Ultraviolet Tube di Ruang Laboratorium Bakteriologi Jurusan Analisis Kesehatan"

Dinyatakan layak etik sesuai 7 (tujuh) Standar WHO 2011, yaitu 1) Nilai Sosial, 2) Nilai Ilmiah, 3) Pemerataan Bebas dan Manfaat, 4) Risiko, 5) Keuntungan/keuntungan, 6) Kerahasiaan dan Privacy, dan 7) Persetujuan Setelah Penjelasan, yang memiliki pada Pedoman CIOMS 2016. Hal ini seperti yang diungkapkan oleh terdapatnya indikator setiap standar.

Declared to be ethically appropriate in accordance to 7 (seven) WHO 2011 Standards, 1) Social Justice, 2) Scientific Value, 3) Equitable Assessment and Benefit, 4) Risk, 5) Benefit/advantage, 6) Confidentiality and Privacy, and 7) Informed Consent, referring to the 2016 CIOMS Guidelines. This is indicated by the fulfillment of the indicators of each standard.

Pernyataan Layak Etik ini berlaku selama kurun waktu tanggal 20 Oktober 2020 sampai dengan tanggal 20 Oktober 2021.

This declaration of ethics applies during the period October 20, 2020 until October 20, 2021.

October 26, 2020
 Professor and Chairperson,

Ketua KEPK,



Drs. Idh Setyobroto, M.Kes.

Lampiran 3. Data Hasil Pemeriksaan

No	Sebelum Penggunaan 3 UV Tube		Sesudah Penggunaan 3 UV Tube	
	Jumlah Koloni	Jumlah Angka Kuman	Jumlah Koloni	Jumlah Angka Kuman
1	29	290	4	40
2	28	280	4	40
3	25	250	3	30
4	24	240	4	40
5	31	310	5	50
6	30	300	4	40
7	58	580	9	90
8	30	300	3	30
9	28	280	3	30
10	29	290	4	40
11	28	280	4	40
12	27	270	4	40
13	25	250	3	30
14	27	270	3	30
15	30	300	4	40
16	31	310	4	40
Rerata	30	300	4	41

Lampiran 4. Hasil Analisis Statistik

1. Uji Normalitas Data

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test

		Sebelum Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i>	Sesudah Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i>
N		16	16
Normal Parameters ^a	Mean	300.00	40.62
	Std. Deviation	77.632	14.361
Most Extreme Differences	Absolute	.386	.392
	Positive	.386	.392
	Negative	-.220	-.230
Kolmogorov-Smirnov Z		1.545	1.569
Asymp. Sig. (2-tailed)		.017	.015
a. Test distribution is Normal.			

2. Uji Paired T-Test

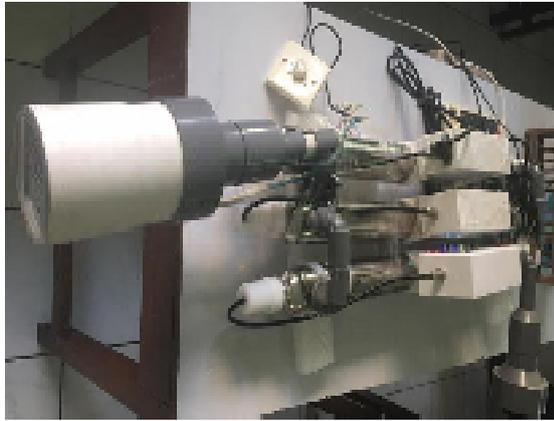
Paired Samples Statistics

		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Sebelum Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i>	300.00	16	77.632	19.408
	Sesudah Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i>	40.62	16	14.361	3.590

Paired Samples Correlations

		N	Correlation	Sig.
Pair 1	Sebelum Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i> & Sesudah Penggunaan Tiga <i>Ultraviolet Tube</i>	16	.933	.000

Lampiran 5. Dokumentasi



Persiapan Alat, dimana 3 UV Tube dihubungkan menggunakan pralon dan disusun secara seri



Persiapan Media PCA (Plate Count Agar)



Proses Penanaman bakteri, dengan cara mendekatkan media PCA di lubang keluaran dengan jarak 15 cm



Proses penanamn bakteri pada media PCA di titik lokasi pengambilan yang berbeda



Hasil setelah inkubasi



Proses Pembacaan koloni pada media PCA setelah di inkubasi 2x24 jam pada incubator