

# ANALISIS JUMLAH KANDUNGAN BAKTERI DI UDARA PADA RUANG KERJA INDUSTRI TEKSTIL

Tri Mulyani<sup>1</sup>, Frial Faisal Zulfiqor<sup>2</sup>, Erika Herliana<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Lingkungan, Universitas Kebangsaan Republik Indonesia  
E-mail<sup>1</sup> : trimulyani@ukri.ac.id

## ABSTRAK

Bakteri adalah pencemar udara yang kehadirannya dipengaruhi suhu, kelembaban udara, cahaya, dan kepadatan hunian kerja. Disuatu ruangan memiliki sistem ventilasi yang berbeda-beda. Sistem ventilasi terbagi atas sistem alami (jendela) dan buatan (penggunaan AC). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jumlah bakteri dalam ruang kerja, yang menggunakan AC dan tanpa AC serta hubungannya dengan parameter fisik (suhu, kelembaban, cahaya) dan kepadatan hunian dalam ruangan. Sehingga didapatkan upaya pencegahan dan rekomendasi penanganan. Parameter fisik tiap ruang kerja tidak memenuhi baku mutu, pengecualian kepadatan hunian pada ruangan ber AC telah memenuhi baku mutu dan hubungan parameter fisik terhadap jumlah bakteri berbeda antar ruangan akibat pengaruh keadaan ventilasi ruangan kerja. Pengukuran jumlah bakteri menggunakan metode *settling plate* dengan meletakkan *Nutrient Agar* padat selama 30 menit. Setelah inkubasi 24 jam, koloni bakteri dihitung dan dilanjutkan dengan pengujian pewarnaan gram. Kandungan jumlah bakteri pada ruangan ber AC sebesar 381,5 CFU/m<sup>3</sup>, dan pada ruangan non-AC sebesar 2988,5 CFU/m<sup>3</sup>.

**Kata Kunci:** jumlah bakteri, ruang kerja, ventilasi

## ABSTRACT

*Bacteria are air contaminants whose presence is influenced by temperature, humidity, light, and working occupancy density. Each room has a different ventilation system. The ventilation system is divided into natural (windows) and artificial (air-conditioning) systems. This study aims to determine the number of bacteria in the workspace, using air conditioning and without air conditioning and its relationship with physical parameters (temperature, humidity, light) and occupancy density in the room. So that prevention efforts and recommendations for treatment are obtained. The physical parameters of each workspace did not meet the quality standards, the exception being the occupancy density in air-conditioned rooms which met the quality standards and the relationship between physical parameters and the number of bacteria differed between rooms due to the influence of the working room's ventilation conditions. Measurement of the number of bacteria using the settling plate method by placing solid Nutrient Agar for 30 minutes. After 24 hours of incubation, the bacterial colonies were counted and followed by gram staining. The content of the number of bacteria in the air- conditioned room was 381.5 CFU/m<sup>3</sup>, and in the non-AC room it was 2988.5 CFU/m<sup>3</sup>.*

**Keywords:** bacteria count, work space, ventilation

## PENDAHULUAN

Salah satu jenis pencemar yang dapat mengakibatkan pencemaran udara dalam ruang adalah kontaminan biologi meliputi jamur, bakteri patogen dan kuman. Kadar maksimal yang diperbolehkan untuk jamur sebesar 1000 CFU/m<sup>3</sup> dan mikroorganisme 700 CFU/m<sup>3</sup>. Jika konsentrasi kontaminan biologi tersebut melebihi baku mutu maka udara tersebut akan menyebabkan gangguan kesehatan (Peraturan Menteri Kesehatan No. 48 Tahun 2016).

Kualitas udara dalam ruang (*indoor air quality*) merupakan suatu kondisi penting yang dapat mempengaruhi kesehatan dan kenyamanan penghuni ruangan (*Central Pollution Control Board*, 2014). Kualitas udara dalam ruang dipengaruhi oleh parameter fisik, kimia dan biologi (Slezakova dkk, 2012). Menurut *Environmental Protection Agency of America* (EPA),

pencemaran udara dalam ruangan menduduki peringkat ke tiga berdasarkan risikonya terhadap kesehatan manusia, udara dalam ruangan memiliki kualitas 2 – 5 kali lebih buruk dari pada udara luar ruangan. Penghuni ruang kerja bisa berada didalam ruangan selama beberapa jam tanpa menghirup udara segar.

Mikroorganisme dapat bertahan di udara dalam ruangan karena didukung oleh beberapa faktor meliputi suhu, kelembaban, cahaya, jumlah penghuni ruangan dan sistem aliran udara dalam ruangan. Salah satu faktor yang sangat berpengaruh dalam penentuan kualitas udara dalam ruangan adalah sistem aliran udara . Sistem aliran udara yang digunakan di dalam ruangan terbagi menjadi dua jenis yaitu sistem ventilasi alami seperti jendela dan sistem buatan seperti *Air Conditioner* (AC) (Swandi, 2021).

Salah satu lingkungan kerja yang harus mempunyai sistem aliran udara yang baik adalah industri atau pabrik, khususnya industri tekstil karena pencemaran udara di kawasan tersebut relatif tinggi dan pada umumnya ruang kerja menggunakan sistem aliran udara berupa AC karena udara disekitar lebih panas yang disebabkan oleh beberapa proses produksi yang menggunakan proses pemanasan. Berdasarkan permasalahan diatas, maka dilakukan penelitian mengenai “Analisis Jumlah Kandungan Bakteri Di Udara dalam Ruang Kerja Industri Tekstil Yang Menggunakan AC dan Tidak Menggunakan AC”, serta hubungannya dengan kelembaban, suhu, cahaya, dan kepadatan hunian.

**TINJUAN PUSTAKA**

Pencemaran udara merupakan masuknya zat pencemar berbahaya ke dalam atmosfer sehingga kualitas udara menjadi turun dan menyebabkan kerusakan lingkungan (Simanjuntak, 2007). Polutan atau zat pencemar yang dapat menurunkan kualitas udara terbagi menjadi 3 macam yaitu polutan fisik, kimia dan biologi (Prihatnanti, 2016). Pencemaran udara berbahaya bagi kesehatan manusia, hewan dan tumbuhan apabila jumlah polutan yang berada di udara sudah melebihi batas maksimum yang ditetapkan oleh pemerintah (Primasanti dkk, 2021). Pencemaran udara dapat terjadi di ruang terbuka dan tertutup. Pencemaran di ruang tertutup disebut pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Sedangkan pencemaran udara di ruang terbuka disebut pencemaran luar ruangan (*outdoor pollution*) (Sudrajad, 2005).

Pencemaran udara dapat terjadi di ruang terbuka dan tertutup. Pencemaran udara dikelompokan menjadi dua yaitu pencemaran udara yang terjadi di luar ruangan atau ambien (*outdoor air pollution*) dan di dalam ruangan (*indoor air pollution*) (Sukar dkk, 2003). Pencemaran di ruang tertutup disebut pencemaran dalam ruangan (*indoor pollution*). Sedangkan pencemaran udara di ruang terbuka disebut pencemaran luar ruangan (*outdoor pollution*) (Sudrajad, 2005). Pencemaran udara di luar ruangan atau ambien merupakan masuknya zat, energi atau komponen lainnya ke dalam udara ambien yang disebabkan oleh kegiatan manusia sehingga melampaui batas maksimal yang tercantum pada baku mutu yang telah ditetapkan (Peraturan Pemerintah RI No.22, 2021). Kualitas fisik, kimia dan biologi udara dalam ruangan merupakan nilai parameter yang menunjukkan kondisi parameter tersebut di udara. Persyaratan kualitas udara dalam ruangan berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan adalah sebagai berikut (Peraturan Menteri Kesehatan No. 48 Tahun 2016) :

- 1). Kualitas fisik, terdiri dari parameter : partikulat (*Particulate Matter / PM<sub>10</sub>*), suhu udara, pencahayaan, kelembaban, serta pengaturan dan pertukaran udara (laju ventilasi);
- 2). Kualitas kimia, terdiri dari parameter: *Sulfur dioksida (SO<sub>2</sub>)*, *Nitrogen dioksida (NO<sub>2</sub>)*, *Karbon*

*monoksida (CO)*, *Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)*, *Timbal (Plumbum=Pb)*, *asap rokok (Environmental Tobacco Smoke/ETS)*, *Asbes*, *Formaldehid (HCHO)*, *Volatile Organic Compound (VOC)*;

Kualitas biologi terdiri dari parameter: bakteri dan jamur. Persyaratan kualitas fisik, kimia dan biologi udara dalam ruang mengacu pada Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun 2016 tentang Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoraan. Standar baku mutu kualitas udara didalam ruangan berdasarkan jenis-jenis parameter yang dipersyaratkan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Persyaratan Minimum Kualitas Udara Dalam Ruangannya Perkantoran

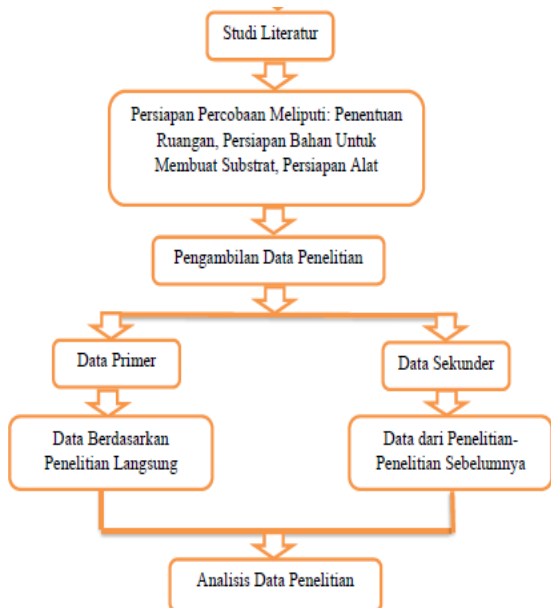
No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Metode	Keterangan
I	<b>FISIKA</b>				
	1. Kebisingan	dBA			
	a. Ruang kantor (umum/terbuka)		55-65	Direct Reading	Batas minimum & maksimum
	b. Ruang kantor (pribadi)		50-55		
	c. Ruang umum & kantin		65-75		
	d. Ruang pertemuan & rapat		65-75		
	2. Pencahayaan	Lux		Direct Reading	Batas minimum
	a. Ruang Kerja		300		
	b. Ruang Gambar		750		
	c. Resepsionis		300		
	d. Ruang Arsip		150		
	e. Ruang Rapat		300		
	f. Ruang Makan		250		
	3. Suhu	C	23 - 26°C	Direct Reading	Batas minimum & maksimum
	a. Ruang Kerja		23 - 28°C		
	b. Lobi & Koridor				
	4. Kelembaban	%	40 - 60	Direct Reading	
	a. Ruang Kerja		30 - 70		
b. Lobi & Koridor					
5. Pergerakan Udara	m/dtk	0,15-0,5	Direct Reading		

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Metode	Keterangan
		2		Reading	Maksimum
II	KIMIA				
	1. Oksigen (O <sub>2</sub> )	%	19,5-22,0	Direct Reading	Batas min & maksimum
	2. Karbon Monoksida (CO)	ppm/8jam	10,0	NDIR, electrotechnical	Batas maksimum
	3. Karbon Dioksida (CO <sub>2</sub> )	ppm	1000	Direct Reading	Batas maksimum
	4. Volatile Organic Compounds (VOCs)	ppm	3	Direct Reading	Batas Maksimum
	5. Formaldehid	ppm	0,1	Gas Chromatography	Batas Maksimum
	6. Ozon	ppm	0,5	Direct Reading	Batas Maksimum
	7. Debu Respirabel (PM <sub>10</sub> )	mg/m <sup>3</sup>	0,15	Gravimetri	Batas maksimum
	8. Asbes bebas	f/cc	0.1	PCM	Batas maksimum
III	MIKROBIOLOGI				
	1. Angka Mikroorganisme	koloni/m <sup>3</sup>	700	cfu/m <sup>3</sup>	Batas maksimum
	2. Angka Kapang/Jamur	Koloni/m <sup>3</sup>	1000	cfu/m <sup>3</sup>	Batas maksimum

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 48 Tahun 2016

**METODOLOGI PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan metode analitik observasional dengan pendekatan *cross sectional*.



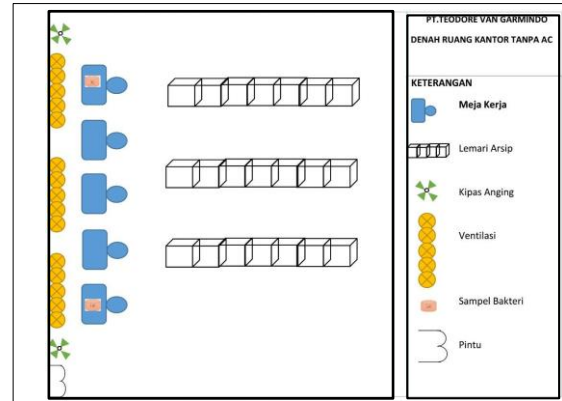
**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

Analisis data penelitian yang dilakukan yakni mengolah data primer dan data sekunder yang telah didapatkan kemudian di olah untuk mendukung hasil dan pembahasan. Pengolahan data-data tersebut dapat menggunakan rumus-rumus di bawah ini:

1. Perhitungan Densitas Bakteri di Udara :  

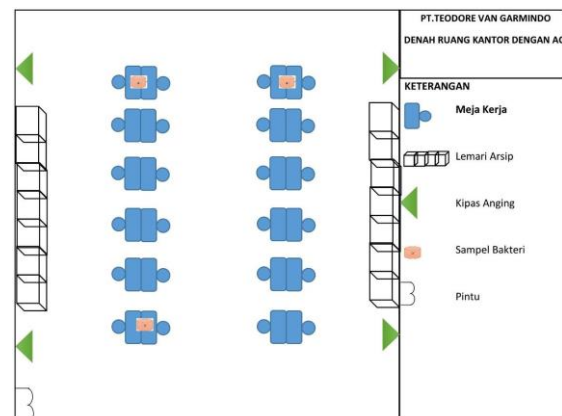
$$\text{Jumlah koloni per cawan} \times 30 \text{ menit}/60 \text{ menit} \times \text{luas cawan (cm}^2\text{)}$$
2. Perhitungan Kapasitas Hunian  

$$\text{Panjang} \times \text{lebar} \times \text{tinggi} : \text{jumlah orang}$$



**Gambar 2.** Titik Sampling Ruang Kantor Tanpa AC

Kondisi ruangan yang tidak menggunakan AC berukuran 20 x 20 m, dengan lantai kerja terbuat dari cor, dan ventilasi terdapat dari pintu terbuka dan lubang angin berukuran 5 cm sebanyak 35 buah. Sedangkan pecaayaan terdapat dari cahaya lampu dan cahaya matahari yang melewati dinding glass box sebanyak 24 buah. Di dalam ruangan juga terdapat fasilitas meja sebanyak 12 buah, kursi 15 buah, lemari 3 buah, serta ruangan ini juga ditempati oleh 15 orang karyawan seperti terlihat pada **Gambar 2**.



**Gambar 3.** Titik Sampling Ruang Kantor Menggunakan AC

Kondisi ruangan yang menggunakan AC berukuran 15 x 15 m, dengan lantai kerja dilapisi karpet, dan dalam

ruangan tidak ada ventilasi namun menggunakan *Air Conditioner* (AC) sebanyak 4 buah. Sedangkan pecahayaan hanya bersumber dari cahaya lampu. Di dalam ruangan juga terdapat fasilitas meja sebanyak 20 buah, kursi 30 buah, lemari arsip 13 buah, serta ruangan ini juga ditempati oleh 25 orang karyawan seperti terlihat pada **Gambar 3**.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Penelitian menggunakan udara dalam ruangan kerja yang dipilih dengan menggunakan waktu pemaparan 30 menit.

**Tabel 2.** Hasil Pengamatan Jumlah Koloni dan Bakteri

No	Ruang Kerja	Jumlah Koloni	Bakteri di Udara (CFU/ M <sup>3</sup> )	Gol	Baku Mutu (CFU/ m <sup>3</sup> )	Ket
<b>Ruang Tanpa AC</b>						
1.	Titik 1	45	5.722,65	Gram Positif dan Negatif	700	Melebihi Baku Mutu
2.	Titik 2	2	254,34	Gram Negatif	700	Memenuhi Baku Mutu
<b>Rung AC</b>						
1.	Titik 1	1	127,17	Gram Negatif	700	Memenuhi Baku Mutu
2.	Titik 2	7	890,19	Gram Negatif	700	Melebihi Baku Mutu
3.	Titik 3	1	127,17	Gram Negatif	700	Memenuhi Baku Mutu

Sumber: Hasil Analisa

Mengacu kepada baku mutu Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indoensia No. 48 Tahun 2016, tentang Standar Kesehatan dan Keselamatan Kerja Perkantoran maksimal kandungan jumlah bakteri yang diizinkan di ruang kerja adalah 700 CFU/ m<sup>3</sup>. Dapat dilihat pada **Tabel 2** dan **3**, ruangan yang tidak menggunakan AC memiliki kandungan bakteri sebesar 2988,5 CFU/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bakteri di ruangan tersebut telah melebihi baku mutu.

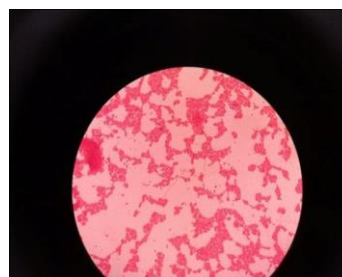
Sedangkan pada ruangan yang menggunakan AC memiliki kandungan bakteri sebesar 381,5 CFU/m<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan bakteri pada ruangan tersebut telah memenuhi baku mutu. Ruangan yang menggunakan AC memiliki nilai bakteri lebih rendah dibandingkan ruangan tanpa AC dikarenakan AC memiliki filter yang berfungsi untuk meminimalisir debu, bakteri, dan partikel kecil menyebar di dalam ruangan. Sedangkan ruangan yang tidak menggunakan AC memiliki kandungan bakteri yang melebihi baku mutu

**Tabel 3.** Hasil Pengujian Jumlah Bakteri di Dalam Ruang Kerja

No	Ruangan Kerja	Jml Kolo ni	Bakteri di Udara (CFU/M <sup>3</sup> )	Baku Mutu (CFU/m <sup>3</sup> )	Ket
1.	Ruang Tanpa AC	24	2.988,5	700	Melebihi Baku Mutu
2.	Ruang Ber AC	3	381,5	700	Memenuhi Baku Mutu

Sumber: Hasil Analisa

Hasil dari penelitian ini golongan bakteri yang paling banyak terkandung di dalam ruangan tersebut adalah bakteri gram negatif. Yang dibuktikan dari hasil pengujian pewarnaan gram, bakteri yang terlihat di bawah mikroskop pada perbesaran 100x menunjukkan warna merah. Hal ini disebabkan karena bakteri tersebut mengikat zat warna *fuchin* basa. Hasil dari pemeriksaan mikroskop dapat dilihat pada **Gambar 4** di bawah ini.



**Gambar 4.** Hasil Pengamatan Mikroskop

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah bakteri di ruang tanpa AC lebih banyak di banding dengan ruang AC, dan jika dari bakteri tersebut lebih dominan oleh bakteri gram negatif. Adapun jenis bakteri yang ada didalam ruangan dari beberapa penelitian yang telah dilakukan di antaranya adalah *Shigella sp*, *Staphylococcus*, *Streptococcus*, dan *Pseudomonas, Klebsiella*.

Pada pengukuran kualitas fisik ruang didapatkan hasil pada **Tabel 4** di bawah ini:

**Tabel 4.** Hasil Pengukuran Kualitas Fisik Ruangan

No	Ruang	Hasil Pengukuran			Baku Mutu	Ket
		Titik 1	Titik 2	Titik 3		
<b>Ruang AC</b>						
1	Suhu (°C)	27,8	27,5	27,1	23-26 °C	Melebihi baku mutu
2	Kelembapan (%)	52,7	58,7	52,4	40-60 %	Memenuhi baku mutu
3	Cahaya (Lux)	20	50	208	Min 300 lux	Tidak memenuhi

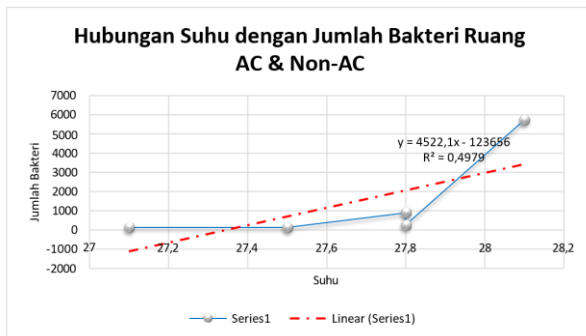
Ruang Non-AC						
1	Suhu (°C)	28,1	27,8		23-26 °C	Melebihi baku mutu
2	Kelembapan (%)	66,7	57,2		40-60 %	Tidak memenuhi
3	Cahaya	154	150		Min 300 lux	Tidak memenuhi

Sumber: Hasil Analisa

Suhu pada ruangan ber AC sebesar 28,15 °C masuk ke dalam suhu optimum untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Hal ini dibuktikan dengan nilai kandungan bakteri sebesar 381,5 CFU/m<sup>3</sup> Meskipun ruangan tersebut menggunakan AC, tidak menutup kemungkinan bakteri masih tetap dapat tumbuh jika suhu pada ruangan masih tergolong suhu optimum bakteri.

Pada ruangan yang tidak menggunakan AC, memiliki nilai jumlah bakteri yang lebih besar dibandingkan ruangan ber AC yaitu 2988,5 CFU/m<sup>3</sup>. Hal ini dikarenakan suhu pada ruangan non AC masih masuk ke dalam suhu optimal untuk pertumbuhan bakteri. Pada suhu optimal sebuah sel dapat memperbanyak dirinya dan tumbuh sangat cepat.

Hubungan antara suhu dengan jumlah bakteri dibuktikan dengan perhitungan persamaan linier yang dapat dilihat pada Gambar 5 di bawah ini :



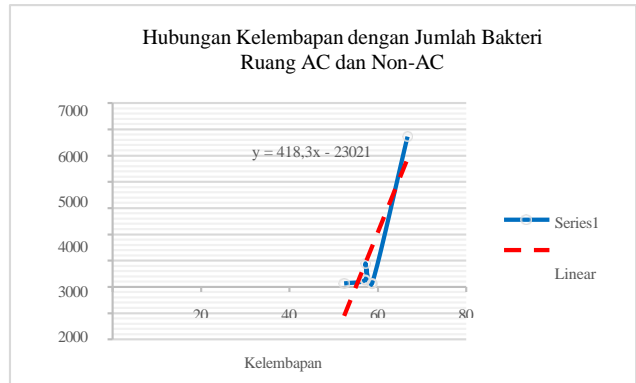
Gambar 5. Grafik Hubungan Suhu dengan Jumlah Bakteri

Dari Gambar 5 di atas didapatkan nilai regresi sebesar 0,4979, dalam nilai koefisien korelasi angka tersebut menunjukkan pada hubungan sedang. Artinya hubungan antara parameter suhu dengan jumlah bakteri di ruang AC dan Non-AC ada hubungannya namun tidak sangat kuat ataupun sangat rendah.

**Hubungan Parameter Kelembapan dengan Jumlah Bakteri**

Pada kondisi ruang kelembapan di bawah optimum bakteri masih dapat hidup. Hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian ini dimana nilai kelembapan diruangan ber AC sebesar 62,85% dan ruangan non-AC sebesar 69,5% bakteri masih dapat hidup di bawah kelembapan optimum.

Kelembapan disuatu ruangan dipengaruhi oleh ventilasi yang kurang baik sehingga pasokan oksigen ke dalam ruangan berkurang. Kelembapan merupakan media yang baik untuk pertumbuhan bakteri pathogen.

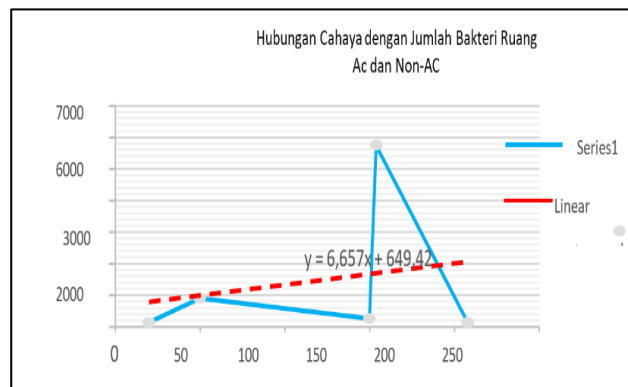


Gambar 6 Hubungan Kelembapan dengan Jumlah Bakteri Ruang Non-AC

Dari Gambar 6 di atas didapatkan nilai regresi sebesar 0,8032 dalam nilai koefisien korelasi angka tersebut menunjukkan pada nilai sangat tinggi, yang artinya hubungan kelembapan di ruang AC dan non-AC dengan jumlah bakteri sangat kuat.

**Hubungan Parameter Cahaya dengan Jumlah Bakteri**

Dari hasil pengujian cahaya, baik ruangan ber AC maupun ruangan non AC keduanya tidak memenuhi standar baku mutu karena memiliki nilai di bawah 300 lux. Cahaya dalam ruangan terbagi menjadi 2 sumber yaitu yang berasal dari ruangan itu sendiri (lampu) dan dari luar ruangan (sinar matahari). Pencahayaan yang berasal dari lampu tidak mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Sedangkan pencahayaan yang berasal dari sinar matahari dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Sinar matahari dapat menyebabkan aktivitas bakterisida dan memainkan peran penting dalam sterilisasi yang bersifat spontan yang terjadi pada keadaan alami. Peran desinfektan tersebut terutama karena kandungan sinar ultravioletnya.



Gambar 7. Hubungan Cahaya dengan Jumlah Bakteri Ruang Non-AC

Dari **Gambar 7** di atas didapatkan nilai regresi sebesar 0,0465, dari nilai koefisien korelasi angka tersebut menunjukkan pada nilai sangat rendah, yang artinya hubungan kelembapan di ruang AC dan non-AC dengan jumlah bakteri sangat rendah.

## KESIMPULAN

Jumlah bakteri yang terdapat diruang kerja PT Theodore Van Garmindo yang menggunakan AC memiliki nilai sebesar 381,5 CFU/m<sup>3</sup>. Nilai tersebut memenuhi standar baku mutu Permenkes RI No.48 Tahun 2016. Sedangkan di ruangan yang tidak menggunakan AC memiliki kandungan bakteri 2988,5 CFU/m<sup>3</sup>. Hal ini tidak memenuhi standar baku mutu sebesar 700 CFU/m<sup>3</sup>.

Parameter suhu, kelembaban, dan kepadatan hunian, memiliki pengaruh terhadap pertumbuhan bakteri di dalam suatu ruangan. Semakin tinggi suhu, kelembaban, dan kepadatan hunian, dapat meningkatkan jumlah bakteri di ruangan tersebut, dan untuk parameter yang kurang ada hubungannya dengan jumlah bakteri adalah parameter cahaya. Pada ruangan ber AC nilai parameter fisik di atas lebih kecil dibandingkan nilai pada ruangan non-AC sehingga kandungan bakteri diruangan ber AC lebih kecil dibandingkan di ruangan non-AC. Dengan kandungan bakteri sebesar 381,5 CFU/m<sup>3</sup> pada ruangan yang menggunakan AC dan 2988,5 CFU/m<sup>3</sup> pada ruangan non-AC.

## DAFTAR PUSTAKA

- Faisal F, 2023 Laporan Tugas Akhir Analisis Jumlah Kandungan Bakteri Di Udara Dalam Ruang Kerja Industri Tekstil. UKRI Bandung
- Iswadi, Samangan, Yulisman, H. 2014. Identifikasi Jenis Bakteri Udara Di Ruangan Bersistem HVAC (Heating Ventilation And Air Conditioning). Prosiding Seminar Nasional Biotik.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 48 Tahun. 2016. Tentang Standar Keselamatan Dan Kesehatan Kerja Perkantoran
- Peraturan Menteri Kesehatan RI. 2011. Tentang Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantaraan (Nomor 1077).
- Peraturan Pemerintah RI. 2021. Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Nomor 22).
- Prihatnanti, R. 2016. Kualitas udara dalam ruang. Majalah rumahku No. 118 Halaman : 48-49. <https://www.uc.ac.id/library/kualitas-udara-dalam-ruang/>. (diakses 07 Januari 2023)

Simanjuntak A.G. 2007. Pencemaran Udara. Pusat Teknologi Limbah Radioaktif.

Sudrajad, A. 2005. Pencemaran Udara, Suatu Pendahuluan. Majalah Inovasi Vol.5 Halaman : 52-56.

Sukar, Tugaswati, A.T., Anwar, A., Haryono. 2003. Risiko Kesehatan Sistem Pernafasan Akibat Pemanfaatan Bahan Bakar Briket Batubara. Jurnal Ekologi Kesehatan Vol.2 No.3 Halaman : 263-271.

Swandi, F. 2021. Analisis Kandungan Jumlah Bakteri Di Udara Dalam Ruang Kerja Institusi Pendidikan X Di Kota Padang *Skripsi*. Jurusan Teknik Lingkungan Fakultas Teknik - Universitas Andalas