

## Analisis Risiko Mikrobiologi Udara Dalam Ruang Di Kantor Kesehatan Pelabuhan Semarang Pada Masa Pandemi Covid 19

Windy Cintya Dewi\*, Mursid Raharjo, Nur Endah Wahyuningsih

Program Studi Magister Kesehatan Lingkungan, Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Diponegoro, Jl. Prof. Sudarto, S.H. Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

\*Corresponding author: windycintya@gmail.com

Info Artikel: Diterima 28 Maret 2022 ; Direvisi 8 Mei 2022 ; Disetujui 8 Mei 2022  
Tersedia online : 19 Mei 2022 ; Diterbitkan secara teratur : Juni 2022

**Cara sitasi (Vancouver):** Dewi WC, Raharjo M, Wahyuningsih NE. Analisis Risiko Mikrobiologi Udara Dalam Ruang Di Kantor Kesehatan Pelabuhan Semarang Pada Masa Pandemi Covid 19. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia [Online]. 2022 Jun;21(2):162-169. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.2.162-169>.

### ABSTRAK

**Latar belakang:** Perkembangan Covid-19 dengan persebarannya dari manusia ke manusia yang semakin meluas baik di dunia maupun Indonesia membuat Kementerian Kesehatan melalui Kantor Kesehatan Pelabuhan Semarang (KKP Semarang) turut serta berupaya mendukung pencegahan makin meluasnya persebaran Covid 19. Upaya meminimalisir penyebaran virus Covid 19 ini telah dilakukan, salah satu adalah dengan program vaksinasi. KKP Semarang merupakan salah satu pos pelayanan percepatan vaksinasi di Kementerian Kesehatan yang tentunya memiliki potensi bagi pegawainya untuk terpapar kuman udara karena bekerja dalam waktu yang cukup lama dalam ruangan yang menjadi tempat berkumpulnya para pengguna jasa yang melakukan pelayanan sehingga perlu dilakukan pengukuran besar risiko paparan kuman udara pada pegawai KKP Semarang.

**Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian obserasional, dengan melakukan pengamatan, wawancara kepada responden dan pengambilan sampel udara di KKP Semarang untuk menghitung angka kuman udara. Penentuan responden dengan menggunakan metode simple random sampling yaitu berjumlah 96 orang dan jumlah sampel udara yang diambil sebanyak 58 sampel yang diambil di seluruh wilayah KKP Semarang, pengambilan sampel ini dilakukan pada ruangan yang berpotensi sebagai tempat aktifitas pegawai dan ruangan tempat pelayanan, baik yang berlokasi di Induk maupun Wilker yang berjumlah 8 wilker. Dilaksanakan di bulan September-Oktober 2021. Pengolahan dan analisa data menggunakan metode MRA (*Microbial Risk Assessment*) untuk menentukan besarnya risiko paparan yang diterima oleh pegawai KKP Semarang.

**Hasil:** Tahapan dalam MRA meliputi tahapan identifikasi bahaya, analisis pajanan, analisis dosis respon dan karakterisasi risiko. Hasil dari pengukuran angka kuman yang telah dilakukan pada 58 sampel, dengan hasil sebagian besar sampel udara memiliki angka kuman udara di atas nilai standar sebesar 500 CFU/m<sup>3</sup> per hari seperti yang telah ditetapkan American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) dan Permenkes No 1077 tahun 2011 yaitu < 700 CFU/m<sup>3</sup>. Rata-rata angka kuman udara tertinggi ada di Wilker Pelabuhan Tegal yaitu 1.831 CFU/m<sup>3</sup> dengan dosis pajanan tertinggi di Wilker Bandara Adisoemarmo 52,08 CFU/kg/hari. Dan nilai HQ tertinggi di Wilker Pelabuhan Tegal yaitu sebesar 7,78 (HQ > 1).

**Simpulan:** Hasil dari analisis MRA (*Microbial Risk Assessment*) dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko paparan kuman udara di KKP Semarang tidak aman bagi pegawai sehingga perlu dilakukan pengendalian dari risiko paparan kuman udara ini terhadap pegawai melalui penerapan alur pelayanan yang sesuai serta pemakaian Alat Pelindung Diri bagi semua pegawai.

**Kata kunci:** Angka Kuman Udara; MRA (*Microbial Risk Assessment*); Kualitas Udara; KKP; Covid 19

**ABSTRACT****Title: Microbiological Risk Analysis of Indoor Air at the Port Health Office of Semarang during the Covid 19 Pandemic**

**Background:** The development of Covid-19 with its spread from human to human, which is increasingly widespread both in the world and in Indonesia, has made the Ministry of Health through the Semarang Port Health Office (KKP Semarang) take part in efforts to support the prevention of the wider spread of Covid 19. Efforts to minimize the spread of the Covid 19 virus have been carried out, one of which is the vaccination program. KKP Semarang is one of the vaccination acceleration service posts at the Ministry of Health which certainly has the potential for its employees to be exposed to airborne germs because they work for a long time in a room where service users gather for services, so it is necessary to measure the risk of exposure to airborne germs. to Semarang KKP employees.

**Method:** This research is an observational study, by conducting observations, interviews with respondents and taking air samples at the KKP Semarang to calculate the number of airborne germs. Determination of respondents using the simple random sampling method, which is 96 people and the number of air samples taken is 58 samples taken throughout the KKP Semarang area, this sampling is carried out in a room that has the potential as a place for employee activities and rooms where services are located, both located in Parent and Wilker, totaling 8 wilker. Held in September-October 2021. Processing and analyzing data using the MRA (Microbial Risk Assessment) method to determine the amount of exposure risk received by Semarang KKP employees.

**Result:** The stages in the MRA include the stages of hazard identification, exposure analysis, dose response analysis and risk characterization. The results of the measurement of germ numbers that have been carried out on 58 samples, with the result that most of the air samples have airborne germ numbers above the standard value of 500 CFU/m<sup>3</sup> per day as determined by the American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) and Minister of Health Regulation No. 1077 in 2011 which is < 700 CFU/m<sup>3</sup>. CFU The highest average number of airborne germs is at Wilker Port of Tegal, which is 1,831 /m<sup>3</sup> with the highest exposure dose at Wilker at Adisoemarmo Airport 52.08 CFU/kg/day. And the highest HQ value at Wilker Port of Tegal is 7.78 (HQ > 1).

**Conclusion:** The results of the MRA (Microbial Risk Assessment) analysis can be concluded that the level of risk of exposure to airborne germs at the KKP Semarang is not safe for employees so it is necessary to control the risk of exposure to these airborne germs to employees through the application of appropriate service flows and the use of Personal Protective Equipment for all employees.

**Keywords:** Air Germ Number; MRA (Microbial Risk Assessment); Air Quality KKP; Covid 19

**PENDAHULUAN**

Pandemi Covid 19 saat ini masih terus berlanjut dan terus meluas, kasus Covid 19 ini terlepas dari sifat virulensinya serta kerentanan seseorang, kasus import melalui penyebaran media udara hanyalah salah satu faktor yang mempercepat pandemi ini menyebar dari pusat asalnya ke seluruh dunia<sup>(1)</sup>. Kantor Kesehatan Pelabuhan Semarang (KKP Semarang) merupakan Unit Pelaksana Teknis (UPT) di Provinsi Jawa Tengah yang berada di bawah naungan Kementerian Kesehatan dan memiliki tanggungjawab kepada Direktur Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit (Dirjen P2P) terdapat 10 (sepuluh) wilayah kerja berdasarkan Permenkes Nomor 2348 tahun 2011 diantaranya 8 wilayah kerja Pelabuhan yaitu Pelabuhan Tegal, Pekalongan, Batang, Jepara, Juwana, Rembang, Karimunjawa dan 2 wilayah kerja Bandara yaitu Bandara Jenderal Ahmad Yani Semarang dan Bandara Adisoemarmo Surakarta<sup>(2)</sup>.

Tugas dan fungsi KKP salah satunya adalah melakukan pelayanan kesehatan terbatas, dimana yang semula hanya melakukan vaksinasi pada calon jamaah umroh, pelaut dan pelaku perjalanan yang lain, namun seiring dengan perkembangan Covid 19

dan Surat Edaran dari Kementerian Kesehatan tentang percepatan pelaksanaan vaksinasi Covid 19, maka Kantor Kesehatan Pelabuhan juga membuka pelayanan percepatan vaksinasi bagi tenaga kesehatan serta stake holder pelayanan di wilayah Pelabuhan dan Bandara<sup>(3)</sup>. Sebagai tempat layanan vaksinasi dan pelayanan dokumen kapal, dimana banyak bertemu orang dengan kondisi kesehatan yang berbeda memungkinkan terpapar oleh risiko infeksi tinggi bagi petugas<sup>(4)</sup>, baik dari penerima vaksinasi (vaksinasi covid, vaksinasi meningitis maupun vaksinasi *yellow fever*), agen pelayaran, pelaku perjalanan (penumpang kapal dan pesawat) maupun dari sarana prasarana penunjang kegiatan<sup>(5)</sup>.

Komponen penting dalam kehidupan salah satunya adalah udara. Seiring dengan tingginya aktifitas manusia dapat menimbulkan peningkatan konsentrasi zat dalam udara yang ditunjukkan dari kualitas udara dalam ruang yang tidak memenuhi syarat kesehatan serta menyebabkan keluhan kesehatan<sup>(4)</sup>. Kualitas udara yang dimaksud meliputi kualitas fisika, kimia dan mikrobiologi<sup>(6)</sup>. Perkantoran merupakan salah satu tempat kerja yang tidak akan terlepas dari faktor risiko bahaya lingkungan kerja yang berpengaruh pada kesehatan dan keselamatan

pekerja. Kondisi lingkungan kerja yang aman juga akan mendorong produktifitas kerja<sup>(7)</sup>. Permasalahan kualitas udara dalam ruang menurut *National Institute of Occupational Safety and Health* (NIOSH) sering disebabkan oleh beberapa faktor seperti minimnya sirkulasi udara, terdapat sumber kontaminan dalam maupun di luar ruang, mikroorganisme dan material bangunan<sup>(8)</sup>.

Aktivitas manusia yang hampir 90% dilakukan di dalam ruangan akan mempengaruhi kesehatan apabila kualitas udara dalam ruang tersebut buruk. Bioaerosol merupakan mikroorganisme udara yang bersumber dari kontaminasi baik di dalam maupun di luar ruangan. Mikroorganisme udara yang berasal dari luar ruangan contohnya jamur dari organisme yang telah busuk, tumbuhan mati dan jasad binatang, bakteri *Legionella* yang bersumber dari tanah, tumbuhan air (alga) yang tumbuh di dekat kolam/danau kemudian terbawa angin hingga masuk ke dalam ruangan, dan jentik serangga (rayap)<sup>(9)</sup>. Efek paparan dari bioaerosol menimbulkan beberapa penyakit infeksi seperti influenza, sesak napas dan keracunan yang merupakan gejala *Sick Building Syndrome* (SBS).

Gangguan kesehatan akibat kualitas udara ruang yang buruk akan menimbulkan ketidaknyamanan bagi pegawai di dalam ruangan tersebut<sup>(10)</sup>. Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Erin Verayani tahun 2018 yang menunjukkan bahwa kualitas udara secara fisik dan angka kuman udara ruang yang melebihi standar bisa menimbulkan keluhan SBS (*Sick Building Syndrome*)<sup>(11)</sup>. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan antara lain konstruksi gedung, meubelair, *air conditioning* (AC), bahan kimia dan mikrobiologi<sup>(9)</sup>.

Berdasarkan hasil dari studi pendahuluan, ditemukan adanya ruangan dengan angka kuman udara yang melebihi standar yang telah ditetapkan oleh American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) yaitu sebesar 500 CFU/ m<sup>3</sup>. Adanya paparan kuman udara berpotensi menimbulkan risiko kesehatan pada petugas. Untuk meminimalisir adanya potensi gangguan kesehatan yang timbul bagi petugas, diperlukan adanya pengukuran mikrobiologi udara ruang di lokasi yang merupakan tempat aktifitas perkantoran dan kegiatan pelayanan sehingga kedepan dapat dilakukan evaluasi terhadap alur kegiatan pelayanan yang selama ini diterapkan. Penelitian ini bertujuan mengetahui besarnya risiko paparan angka kuman udara terhadap kesehatan pegawai KKP Semarang dengan menggunakan *Microbial Risk Assessment* (MRA) melalui pengukuran angka kuman udara, dilanjutkan melakukan analisis terhadap paparan angka kuman udara, analisis karakteristik risiko kesehatan yang dapat ditimbulkan karena paparan angka kuman udara serta mengetahui besar paparan risiko mikrobiologi.

Hal ini tentunya sangat berguna bagi masyarakat sebab dapat digunakan sebagai acuan

tentang risiko kesehatan akibat paparan angka kuman di tempat kerja sehingga nantinya dapat melakukan tindakan pencegahan atau pengendalian saat berkunjung atau melakukan aktifitas pada lokasi dengan risiko paparan angka kuman.

## MATERI DAN METODE

Penelitian ini merupakan penelitian observasional, dimana penulis melakukan pengambilan sampel lingkungan (udara), sampel responden dengan metode simple random sampling dan pengamatan terhadap kegiatan pada lokasi pengambilan sampel. Paparan mikrobiologi udara akan diukur dengan metode MRA untuk menentukan besarnya risiko paparan yang diterima oleh pegawai KKP Semarang. Lingkup populasi dalam penelitian ini adalah seluruh pegawai dan ruangan yang ada di KKP Semarang. Penentuan jumlah sampel responden dihitung menggunakan rumus Lemeshow<sup>(12)</sup>, didapatkan jumlah responden sebanyak 96 orang yang tersebar di Kantor Induk dan Wilayah Kerja KKP Semarang. Ruangan yang akan diambil sampel udaranya adalah ruangan pelayanan dan ruang administrasi sedangkan jumlah sampel udara yang akan diambil sebanyak 58 sampel. Variabel penelitian ini antara lain : konsentrasi angka kuman udara (CFU/ m<sup>3</sup>), Average Daily Dose Rate/ADD<sub>inh</sub> (CFU/hari/kg), Laju Inhalasi / IR (m<sup>3</sup>/hari), Frekuensi Paparan/F<sub>E</sub> (Tahun), Durasi paparan melalui inhalasi/ED<sub>inh</sub> (Tahun), Berat Badan/Bw (Kg), Waktu rata-rata/AT (Hari), Tingkat risiko/HQ.

Penentuan risiko paparan kuman udara menggunakan MRA dengan 4 tahap pengukuran yaitu tahap identifikasi bahaya, tahap analisis paparan, tahap analisis dosis respon dan tahap karakterisasi risiko. Rumus perhitungan yang digunakan sebagai berikut :

- Analisis paparan merupakan pengukuran besar paparan melalui estimasi jumlah asupan yang masuk ke dalam tubuh manusia :

$$ADD_{inh} = \frac{C \times IR \times EF \times ED_{inhalasi}}{BW \times AT}$$

Keterangan :

- ADD<sub>inh</sub> : Dosis harian rata-rata melalui inhalasi (CFU/kg.hari)  
 C : Konsentrasi mikroorganisme dalam udara (CFU/m<sup>3</sup>)  
 IR : Tingkat inhalasi (m<sup>3</sup>/hari)  
 EF : Frekuensi paparan (hari/tahun)  
 ED<sub>inhalasi</sub> : Waktu paparan (tahun)  
 BW : Berat badan (kg)  
 AT : Waktu rata-rata (hari)

- Analisis dosis respon yaitu analisis dosis respon dihitung dosis paparan masuk melalui proses inhalasi dengan menggunakan model Beta Poisson yaitu :

$$Pt(d) = 1 - \left(1 + \frac{\text{dosis}}{\eta}\right)^{-r}$$

- c. Karakterisasi risiko merupakan tahap terakhir dalam proses penilaian analisis risiko, dimana pada proses ini karakterisasi risiko akut dengan paparan melalui inhalasi dihitung dengan persamaan berikut:

$$HQ = \frac{ADD}{RfD}$$

Sampel udara diambil menggunakan alat MAS 100 NT dengan daya hisap 160 liter/menit dan waktu yang digunakan untuk pengukuran adalah 1,5 menit. Teknik pengumpulan data dari responden menggunakan wawancara dengan berpedoman pada kuesioner. Metode pengumpulan data dilakukan dengan melakukan observasi disertai dengan mengambil sampel angka kuman udara dan mengukur data dukung penelitian berupa pengukuran suhu dan kelembaban menggunakan termohigrometer, wawancara responden dengan kuesioner disertai dokumentasi kegiatan.

Dalam penelitian ini, pengolahan data menggunakan tahapan : editing, coding, entry dan tabulating. Analisa data akan dilakukan dengan menerapkan prinsip *Microbial Risk Assessment* (MRA) yaitu memperkirakan karakteristik risiko pada manusia akibat pajanan mikroorganisme dengan langkah-langkah MRA yang meliputi identifikasi bahaya, analisis dosis respon, karakteristik risiko dan manajemen risiko<sup>(13)</sup>.

Penelitian ini sudah layak etik yang dikeluarkan oleh Komite Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat UNDIP No. 281/EA/KEPK-FKM/2021 tanggal 30 Agustus 2021.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September – Oktober 2021 di seluruh wilayah kerja

KKP Semarang, kecuali Wilker Pelabuhan Karimun Jawa, sebab tidak ada petugas yang ada di lokasi tersebut.

Tabel 1 Jenis Kelamin Responden

No	Jenis Kelamin	Jumlah	%
1	Laki - laki	47	49
2	Perempuan	49	51
Total		96	100

Berdasarkan tabel 1, dari total 96 responden hampir sebagian besar adalah perempuan dengan jumlah 49 responden atau 51%. Hal ini karena sebagian besar petugas dibagian pelayanan adalah perempuan.

Tabel 2 Berat badan dan masa kerja responden

No.	Uraian	Berat Badan (Kg)	Masa Kerja (Tahun)
1	Mean	66,88	11,14
2	Median	65,50	10,50
3	Minimum	45	1
4	Maksimum	97	30

Berdasarkan tabel 2 di atas, rata-rata berat badan responden seberat 66,88 kg dengan berat badan terendah 45 kg dan berat badan tertinggi yaitu 97 kg. Masa kerja responden bervariasi dari masa kerja 1 tahun sampai 30 tahun dengan rata-rata masa kerja responden selama 10,5 tahun. Lama kerja ini tentunya berkaitan dengan status kesehatan pegawai di ruangan tersebut karena dengan makin lamanya masa kerja responden maka akan menerima paparan lebih banyak dibanding yang baru bekerja dalam ruangan tersebut. Kondisi suhu dan kelembaban ruangan saat penelitian dapat dilihat dari tabel 3.

Tabel 3 Suhu dan Kelembaban Lokasi Penelitian

No	Wilker	Ruang Pelayanan		Ruang Administrasi	
		Suhu (°C)	Kelembaban (%)	Suhu (°C)	Kelembaban (%)
1	Kantor Induk	27,1	71,5	27,6	61,2
2	Wilker Bandara Jenderal Ahmad Yani (JAY)	29,4	68,4	26,7	72,6
3	Wilker Bandara Adisoemarmo (SOC)	28,3	61,4	29,4	63,4
4	Wilker Pelabuhan Tegal (TGL)	31,5	58,4	30,2	57,5
5	Wilker Pelabuhan Pekalongan (PKL)	30,7	67,9	30,8	62,1
6	Wilker Pelabuhan Batang (BTG)	30,1	65,3	28,2	60,1
7	Wilker Pelabuhan Jepara (JPR)	32,5	62,2	33,6	61,7
8	Wilker Pelabuhan Juwana (JWN)	26,1	80,8	29,4	69,3
9	Wilker Pelabuhan Remabang (RBG)	31,1	59,9	31,0	66,3

Dari tabel 3 di atas, suhu rata-rata dalam penelitian berkisar antara 26,1 °C - 32,5 °C (di Ruang Pelayanan) dan suhu antara 26,7 °C - 33,6 °C (di Ruang Administrasi). Suhu ruangan ini sedikit di atas batas normal suhu nyaman untuk bekerja yaitu 18 – 28 °C. Suhu optimum pertumbuhan optimum untuk

bakteri patogen adalah 37 °C<sup>(14)</sup>. Sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Isharyadi pada tahun 2018 yang menyatakan ada hubungan antara suhu udara dengan angka total kuman udara terhadap gangguan kesehatan<sup>(15)</sup>. Penelitian lain juga membuktikan bahwa ada hubungan suhu ruangan

dengan kualitas udara dalam ruang yang berpengaruh terhadap keluhan/gangguan kesehatan pada pegawai<sup>(16)</sup>. Kelembaban dalam ruang dianggap nyaman apabila berada dalam rentang 40- 60%<sup>(4)(7)</sup>. Bila kelembaban ruangan di atas 60% akan menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen maupun organisme yang bersifat allergen. Dalam penelitian ini sebagian besar lokasi memiliki kelembaban ruang pelayanan dan ruang administrasi di atas 60% sehingga berpotensi menyebabkan berkembangbiaknya organisme patogen. Tingkat kelembaban ruangan yang tinggi lebih berisiko untuk meningkatkan perkembangbiakan mikroorganisme<sup>(17)</sup>. Jumlah mikroorganisme yang melebihi baku mutu cenderung memiliki suhu dan kelembaban yang tinggi dan diduga menjadi penyebab timbulnya gejala SBS pada pegawai dalam ruangan tersebut<sup>(18)</sup>. Penelitian yang telah dilakukan Olivia tahun 2020 menyatakan bahwa factor yang mempunyai hubungan paling

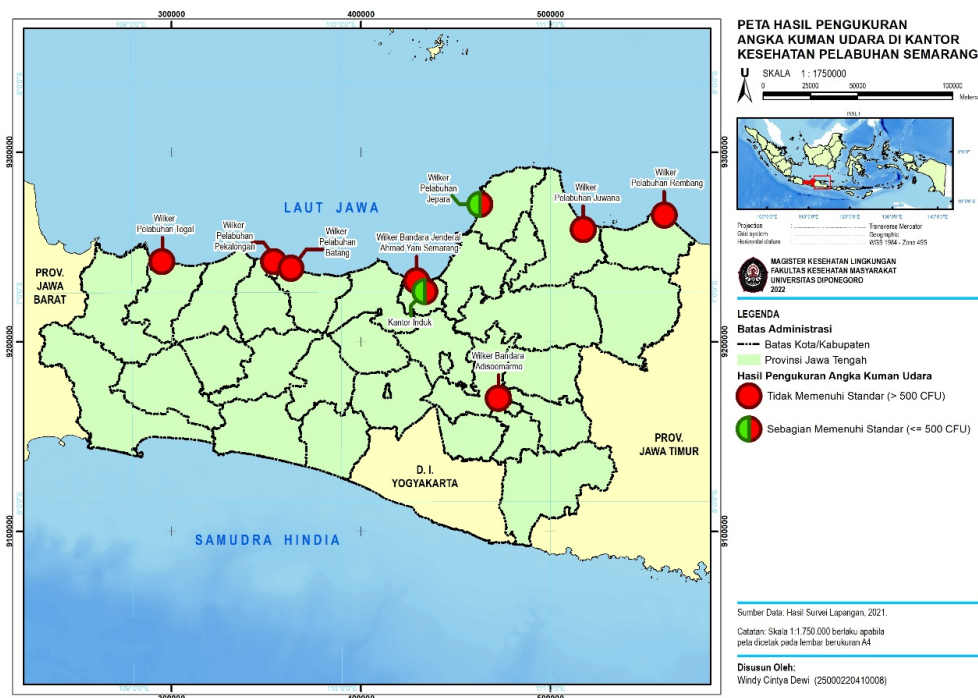
signifikan dengan angka kuman udara yaitu suhu, kelembaban dan pencahayaan<sup>(19)</sup>.

### 1. Pengukuran Angka Kuman Udara

Hasil pengukuran angka kuman udara dalam ruang pelayanan dan ruang administrasi dapat dilihat pada tabel 4 dan peta persebarannya dapat dilihat pada gambar 1. Berdasarkan tabel 4, jumlah sampel yang telah diambil sebanyak 58 sampel dan sebagian besar sampel masih berada di atas standar nilai angka kuman udara dalam ruang sesuai standar American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) yaitu sebesar 500 CFU/ m<sup>3</sup> dan Permenkes No 1077 tahun 2011 adalah < 700 CFU/m<sup>3</sup><sup>(20)</sup>. Angka kuman udara paling rendah di Kantor Induk sebesar 387 CFU/m<sup>3</sup> dan yang tertinggi di Wilker Tegal sebesar 1875 CFU/m<sup>3</sup>.

Tabel 4 Angka Kuman Udara

Titik Sampling	Jumlah Sampel Angka Kuman Udara			
	<500 (CFU/m <sup>3</sup> )	%	>500 (CFU/m <sup>3</sup> )	%
Kantor Induk	4	40	6	60
Wilker Bandara Jenderal Ahmad Yani(JAY)	0	0	6	100
Wilker Bandara Adisoemarmo (SOC)	0	0	6	100
Wilker Pelabuhan Tegal (TGL)	0	0	6	100
Wilker Pelabuhan Pekalongan (PKL)	0	0	6	100
Wilker Pelabuhan Batang (BTG)	0	0	6	100
Wilker Pelabuhan Jepara (JPR)	4	66,7	2	33,3
Wilker Pelabuhan Juwana (JWN)	0	0	6	100
Wilker Pelabuhan Rembang (RBG)	0	0	6	100
Total	8	13,8	50	86,2



Gambar 1 Peta Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara di KKP Semarang Tahun 2021

## 2. Hasil Analisis Angka Kuman Udara

Analisis terhadap hasil pengukuran angka kuman udara dalam penelitian ini menggunakan *Microbial Risk Assessment* (MRA). Dalam MRA ini terdapat 4 tahapan, yaitu tahap identifikasi bahaya, tahap analisis paparan, tahap analisis dosis respon dan tahap karakterisasi risiko.

### a. Identifikasi Bahaya

Tahap awal dari MRA adalah melakukan identifikasi bahaya dimana tahap pertama ini bertujuan untuk analisis risiko kesehatan lingkungan untuk mengenali risiko. Adanya kuman pada udara tentunya akan membahayakan kesehatan, utamanya pada para pekerja yang bekerja dalam waktu tertentu dalam suatu ruangan dengan sistem ventilasi yang kadang kala tidak memadai<sup>(21)</sup>. Kepadatan kuman udara juga berhubungan secara langsung dengan kelembaban udara dalam ruangan<sup>(22)</sup>. Kualitas udara yang tidak

memenuhi standar dapat menjadi pemicu timbulnya *sick building syndrome* (SBS). Dari tabel 4 dapat dilihat bahwa sebagian besar sampel yang diambil memiliki angka kuman udara melebihi standar American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) yaitu sebesar 500 CFU/ m<sup>3</sup> dan Permenkes No 1077 tahun 2011 adalah < 700 CFU/m<sup>3</sup>. Angka kuman udara dalam ruangan berpengaruh dengan aktifitas yang ada di dalam maupun di dalam ruangan<sup>(23)</sup>. Selain suhu dan kelembaban udara yang berpengaruh terhadap angka kuman udara, factor karakteristik ruangan yang terdiri dari pencahayaan dan jumlah kunjungan<sup>(24)</sup>.

### b. Analisis Paparan

Tahap berikutnya dalam MRA adalah dengan mengukur kemungkinan besar infeksi akibat paparan udara ruang ( $P_{inf}$ ) kemudian dilanjutkan dengan langkah terakhir yaitu penentuan tingkat risiko (HQ).

Tabel 5 Perhitungan dosis paparan, dosis respon dan HQ

Lokasi	ADD inh (CFU/kg/hari)			$P_{inf}$			HQ		
	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean	Min	Max	Mean
INDUK	1,93	13,89	8,42	0,75	0,99	0,98	0,48	3,47	2,11
JAY	1,47	22,28	8,44	0,67	1,00	0,98	0,37	5,57	2,11
SOC	1,91	52,08	23,26	0,75	1,00	1,00	0,48	13,02	5,81
TGL	3,71	51,15	31,09	0,90	1,00	1,00	0,93	12,79	7,78
PKL	9,20	28,88	17,49	0,98	1,00	1,00	2,30	7,22	4,37
BTG	2,65	26,76	17,86	0,83	1,00	1,00	0,66	6,69	4,47
JPR	1,99	15,14	8,57	0,76	0,99	0,99	0,50	3,78	2,14
JWN	4,26	46,20	28,58	0,92	1,00	1,00	1,06	11,55	7,14
RBG	4,75	24,68	14,18	0,93	1,00	1,00	1,19	6,17	3,55

Tabel 5 menggambarkan risiko akibat paparan dan kemungkinan infeksi akibat paparan kuman udara. Dosis harian rata-rata yang masuk ke dalam tubuh melalui inhalasi berkisar antara 8,42 CFU/kg/hari sampai 31,09 CFU/kg/hari (ADD<sub>inh</sub>). Dosis paparan yang masuk ke dalam tubuh dipengaruhi oleh konsentrasi mikroorganisme dalam udara (angka kuman udara), tingkat inhalasi, frekuensi paparan, waktu paparan, berat badan dan waktu rata-rata harian. Dosis paparan rata-rata yang paling tinggi di Wilker Tegal, sebesar 31,09 CFU/kg/hari sedangkan terendah di Kantor Induk sebesar 8,42 CFU/kg/hari.

### c. Analisis Dosis Respon

Dosis respon ini menggambarkan peluang seseorang untuk mengalami sakit setelah kontak dengan kuman udara (mikroba). Dari tabel 6 rata-rata peluang untuk terinfeksi adalah sebesar  $9 \times 10^{-1}$  sampai dengan  $10 \times 10^{-1}$ . Tinggi rendahnya risiko paparan dipengaruhi salah satunya oleh berat badan. Faktor berat badan ini juga dipengaruhi oleh laju asupan berdasarkan waktu, frekuensi dan durasi paparan<sup>(26)</sup>.

### d. Karakterisasi Risiko

Langkah terakhir dalam tahapan MRA yaitu manajemen risiko, jika ditemukan hasil dari tingkat risiko  $HQ > 1$ .

Tabel 5 menunjukkan bahwa  $HQ > 1$ , dapat diartikan bahwa di Kantor Induk dan semua wilker KKP Semarang memiliki konsentrasi dosis paparan mikroorganisme yang beresiko terhadap kesehatan populasi di dalamnya. Diperlukan adanya manajemen risiko untuk mengurangi dampak yang mungkin terjadi. Manajemen risiko ini juga bertujuan mengendalikan faktor risiko penyebab terjadinya gangguan kesehatan<sup>(28)</sup>. Salah satu usaha yang dapat diterapkan adalah dengan mengendalikan mikroorganisme untuk mencegah penyebaran penyakit dan infeksi, membasmi mikroorganisme sebagai bakteri kontaminan, mencegah proses pembusukan dan perusakan bahan oleh mikroorganisme. Manajemen risiko ini dapat dilakukan dengan mengurangi konsentrasi angka kuman dan mengurangi waktu paparan<sup>(29)</sup>.

Upaya pengendalian terhadap faktor risiko penyebab gangguan kesehatan dapat dilakukan melalui desinfeksi, pemberian antiseptik,

pemasangan filter udara dan penyinaran (sterilisasi) dengan sinar UV.

## SIMPULAN

Pengukuran angka kuman udara pada 58 sampel udara di KKP Semarang Sebagian besar melebihi nilai standar yang telah ditetapkan oleh American Conference of Governmental Industrial Hygienist (ACGIH) yaitu sebesar 500 CFU/ m<sup>3</sup> dan dan Permenkes No 1077 tahun 2011 adalah < 700 CFU/m<sup>3</sup>. Hasil dari analisis MRA (*Microbial Risk Assessment*) dapat disimpulkan bahwa tingkat risiko paparan kuman udara di KKP Semarang tidak aman bagi pegawai sehingga perlu dilakukan pengendalian dari risiko paparan kuman udara ini terhadap pegawai melalui penerapan alur pelayanan yang sesuai sehingga kesehatan pegawai yang bersangkutan langsung dengan pengguna jasa dapat diminimalisir serta dapat juga dilakukan pencegahan akibat terpapar kuman udara dengan penggunaan alat pelindung diri (APD) bagi pegawai.

## DAFTAR PUSTAKA

- Pakasi TA, Pakasi LS. Pentingnya Pengendalian Udara Lingkungan Untuk Pencegahan Transmisi SARS CoV2. *CoMPHI J Community Med Public Heal Indones J*. 2020;1(2):109–16. <https://doi.org/10.37148/comphijournal.v1i2.18>
- Kemkes. Permenkes No 2348 Tahun 2011. Jakarta; 2011. 1–19 p.
- Direktorat Jenderal Pencegahan dan Pengendalian Penyakit KK. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. SE No. HK.02.02/1/1669/2021. 2021.
- Kepmenkes RI No. 1405. Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran Dan Industri Menteri Kesehatan Republik Indonesia. Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/Menkes/Sk/Xi/2002 [Internet]. 2002;1–22. Available from: [https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes No 1405 th 2002 ttg Persyaratan Kesehatan-Lingkungan-Kerja-Perkantoran-dan-Industri.pdf](https://satudata.dinkes.riau.go.id/sites/default/files/Kepmenkes%20No%201405%20th%202002%20ttg%20Persyaratan%20Kesehatan-Lingkungan-Kerja-Perkantoran-dan-Industri.pdf)
- Fitria L, Wulandari RA, Hermawati E, Susanna D. Kualitas Udara Dalam Ruang Perpustakaan Universitas X Ditinjau Dari Kualitas Biologi, Fisik, Dan Kimiawi. *Lingkungan, Dep Kesehat Masyarakat, Fak Kesehat Indones Univ*. 2008;12(2):76–82.
- Health O. Effect of Quality and Maintenance of the Ventilation to the Indoor Air Quality. :168–71.
- Permenkes No. 48 Tahun 2016. Standar Keselamatan dan Kesehatan Kerja Perkantoran. Jakarta: Kementerian Kesehatan; 2016. p. 1–18.
- Arjani IAMS. Kualitas Udara dalam Ruang Kerja. *J Skala Husada* [Internet]. 2011;Vol. 8(No. 2):1–6. Available from: <http://poltekkes-denpasar.ac.id/files/JSH/V8N2/Ida Ayu Made Sri Arjani1 JSH V8N2.pdf>
- Environmental Protection Agency US, Environments Division I. Indoor Air Facts No. 4 Sick Building Syndrome. EPA - Air Radiat (6609J), Res Dev [Internet]. 1991;1–4. Available from: [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick\\_building\\_factsheet.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf)
- Mukono J, Prasasti C, Sudarmaji S. Pengaruh Kualitas Udara dalam Ruangan Ber-ac terhadap Gangguan Kesehatan. *J Kesehat Lingkung Unair*. 2005;1(2):3941.
- Verayani E. Identifikasi Legionella, Kualitas Udara Ruang dan Keluhan Sick Building Syndrome pada Petugas Instalasi Transfusi Darah RSUD Dr. Soetomo Identification Of Legionella , Indoor Air Quality And Employee Sick Building Syndrome. 2014;299–305.
- Lemeshow S, Jr DWH, Klar J, Lwanga SK. Stanley Lemeshow, David W Hosmer Jr, Janelle Klar, and Stephen K. Lwanga.
- Basri S, Bujawati E, Amansyah M, Habibi, Samsiana. Analisis risiko kesehatan lingkungan. *J Kesehat*. 2007;
- Jawetz, Melnick, Aldeberg. *Mikrobiologi Iftdokteran*. Vol. 23. 2008. 251–257 p.
- Putra I, Ikhtiar M, Emelda A. Analisis Mikroorganisme Udara terhadap Gangguan Kesehatan dalam Ruangan Administrasi Gedung Menara UMI Makassar. *J Kesehat*. 2018;1(2):68–75. <https://doi.org/10.33368/woh.v0i0.22>
- Candrasari CR, Mukono J. Hubungan kualitas udara dalam ruang dengan keluhan penghuni lembaga pelayaran kelas iia kabupaten sidoarjo. *Kesehat Lingkung*. 2013;7(1):21–5.
- Commission E, Protection C. European Collaborative Action Urban Air, Indoor Environment and Human Exposure Environment and Quality of Life Ventilation, Good Indoor Air Quality. 2003. 97 p.
- Lisyastuti ESI. Jumlah koloni mikroorganisme udara dalam ruang dan hubungannya dengan kejadian. Tesis [Internet]. 2010;1–55. Available from: [http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20300373-T30520-Jumlah koloni-full text.pdf](http://lib.ui.ac.id/file?file=digital/20300373-T30520-Jumlah%20koloni-full%20text.pdf)
- Yuliarti OA, Cahyono T, Mulyasari TM. Faktor Yang Berhubungan Dengan Angka Kuman Udara Di Sd Negeri Kecamatan Baturraden. *Bul Keslingmas*. 2020;39(1):13–22. <https://doi.org/10.31983/keslingmas.v39i1.4537>
- Kesehatan M, Indonesia R. Peraturan Menteri Kesehatan Indonesia No 1077/Menkes/PER/2011. 2011;
- Chayutsahakij P. Human Centered Design Innovation. *Inst Des IIT Technol* [Internet]. 2000;13(3):86–9. Available from: <papers://1c8630f8-0868-46f0-be4a-69088227ca43/Paper/p234>

22. Fithri NK, Handayani P, Vionalita G. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Jumlah Mikroorganisme Udara Dalam Ruang Kelas Lantai 8 Universitas Esa Unggul. *Forum Ilm.* 2016;13(1):15–6.
23. Sukmawaty, E., S. manyullei & VDC. Kualitas Bakteriologis Udara Dalam Ruang Perawatan VIP Anak RSUD H. Padjonga Daeng Ngalle Kabupaten Takalar. *J Pros Semin Nas Biol Life.* 2017;(November):38–43.
24. Fatma F, Ramadhani R. Perbedaan Jumlah Angka Kuman Udara Berdasarkan Hari Dalam Ruang Di Puskesmas Guguk Panjang. *Hum Care J.* 2020;5(3):777. <https://doi.org/10.32883/hcj.v5i3.828>
25. Li Y, Zhang H, Qiu X, Zhang Y, Wang H. Dispersion and Risk Assessment of Bacterial Aerosols Emitted from Rotating-Brush Aerator during Summer in a Wastewater Treatment Plant of Xi'an, China. *Aerosol Air Qual Res.* 2013;13(6):1807–14. <https://doi.org/10.4209/aaqr.2012.09.0245>
26. Pangestika, Rismawati dan Wilti IR. Karakteristik Risiko Kesehatan Non-Karsinogenik Akibat Paparan PM<sub>2.5</sub>. *Kesehat Lingkungan Indones.* 2021;20(1):7–14. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.7-14>
27. Handayani E, Raharjo M, Darundiati YH. Microbial Risk Assessment Of Indoor Airborne Microbe In The Community Health Center In Semarang City. *Int J Heal Educ Soc.* 2020;3(July):16–26.
28. Dehghani M, Sorooshian A, Nazmara S, Baghani AN, Delikhoon M. Concentration and type of bioaerosols before and after conventional disinfection and sterilization procedures inside hospital operating rooms. *Ecotoxicol Environ Saf* [Internet]. 2018;164(August):277–82. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.08.034>
29. Kemenkes. Pendoman ARKL Direktorat Jendral PP dan PL Kementerian Kesehatan Tahun 2012. 2012.



©2022. This open-access article is distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-ShareAlike 4.0 International License.