

**“ANALISIS FAKTOR RISIKO KUALITAS UDARA DALAM RUANG
TERHADAP GANGGUAN KESEHATAN DI KAWASAN PERMUKIMAN
KOTA SURABAYA”**

(Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada Program Studi
Teknik Lingkungan



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

Disusun oleh

SYAHRUL ROMADONI H95219055

Dosen Pembimbing I

Widya Nilandita, M.KL.

Dosen Pembimbing II

Sarita Oktorina M.Kes.

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA**

2023

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN

Saya bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Syahrul Romadoni
NIM : H95219055
Program Studi : Teknik Lingkungan
Angkatan : 2019

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul **“ANALISIS FAKTOR RISIKO KUALITAS UDARA DALAM RUANG TERHADAP GANGGUAN KESEHATAN DI KAWASAN PERMUKIMAN KOTA SURABAYA (Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)”**. Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Yang Menyatakan



Syahrul Romadoni

H95219055



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031 - 8410298 Fax. 031 - 8413300
E-Mail : saintek@uinsby.ac.id Website : www.uinsby.ac.id

**LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING
SIDANG TUGAS AKHIR**

Nama : Syahrul Romadoni
NIM : H95219055
Judul Tugas Akhir : Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan Di Kawasan Permukiman Kota Surabaya (Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)

Telah disetujui untuk pendaftaran Sidang Tugas Akhir

Surabaya, 27 Juni 2023

Dosen Pembimbing 1

Widya Nilandita, M.KL.
NIP. 198410072014032002

Dosen Pembimbing 2

Sarita Oktorina, M.Kes.
NIP. 198710052014032003

PENGESAHAN TIM PENGUJI SIDANG AKHIR

Nama : Syahrul Romadoni
NIM : H95219055
Judul : Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan Di Kawasan Permukiman Kota Surabaya (Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)

Telah dipertahankan di depan tim penguji Skripsi

Di Surabaya, 4 Juli 2023

Mengesahkan,
Dewan Penguji,

Penguji I



Widya Nilandita, M.KL.
NIP. 198410072014032002

Penguji II



Sarita Oktorina, M. Kes.
NIP. 198710052014032003

Penguji III



Ir. Shifni Wazna Auvaria, M.T.
NIP. 198603282015032001

Penguji IV



Dyah Ratri Nurmaningsih, S.T., M.T.
NIP. 198503222014032003

Mengetahui,

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

Universitas Singaperbangsa Karadeneg
Surabaya Ampel Surabaya



Agung Hamdani, M.Pd
NIP. 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademik UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Syahrul Romadoni
NIM : H95219055
Fakultas/Jurusan : Sains Dan Teknologi / Teknik Lingkungan
E-mail address : syahrul0romadoni@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan Di Kawasan Permukiman Kota Surabaya (Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)

Beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 14 Juli 2023

Penulis

(Syahrul Romadoni)

ABSTRAK

Paparan polusi udara di dalam ruangan memiliki dampak 2 hingga 5 kali lebih banyak bahkan 100 kali lebih tinggi daripada paparan polusi udara di luar ruangan. Faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruang adalah ventilasi yang buruk atau tidak memenuhi syarat serta buruknya kualitas udara ambien. Ventilasi yang tidak memenuhi syarat menyebabkan sirkulasi udara di dalam ruangan menjadi buruk dan dapat mendukung perkembangbiakan vektor penyakit sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan khususnya infeksi saluran pernafasan akut (ispa) hingga pneumonia. Kelurahan Tambak Wedi merupakan kawasan pemukiman dengan kasus pneumonia tertinggi di Kota Surabaya yaitu sebanyak 132 kasus pada balita. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar faktor risiko kualitas udara dalam ruang terhadap gangguan kesehatan yang dalam hal ini adalah pneumonia pada balita. Jenis penelitian ini akan dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan *case control* dan bersifat *observasional analitik*. Pengambilan data kualitas udara dilakukan secara langsung pada rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol. Analisis data yang diperoleh dilakukan dengan analisis bivariat (Chi Square) dengan bantuan program komputer *Statistical Program For Social Science (SPSS 26)*. Hasil analisis menunjukkan bahwa terdapat hubungan dan menjadi faktor risiko antara luas ventilasi, suhu, intensitas cahaya, dan angka kuman terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia dengan nilai $p\text{-value} < 0,05$, sedangkan untuk kelembaban udara dan konsentrasi karbon monoksida (CO) udara dalam ruang tidak memiliki hubungan dan tidak menjadi faktor risiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia dengan nilai $p\text{-value} > 0,05$.

ABSTRACT

Exposure to air pollution indoors has an impact of 2 to 5 times more and even 100 times higher than exposure to air pollution outdoors. The main factors that can affect indoor air quality are poor or inadequate ventilation and poor ambient air quality. Ventilation that does not meet the requirements causes poor air circulation in the room and can support the spread of disease vectors which can cause health problems, especially acute respiratory infections (ARI) to pneumonia. Tambak Wedi Village is a residential area with the highest pneumonia cases in the city of Surabaya, with 132 cases in toddlers. This study aims to analyze how big the risk factors for indoor air quality are for health problems, in this case pneumonia in toddlers. This type of research will be conducted using quantitative and qualitative methods with a case control approach and is observational analytic. Air quality data collection was carried out directly at the homes of 60 respondents and divided into 30 as cases and 30 as controls. Analysis of the data obtained was carried out by bivariate analysis (Chi Square) with the help of the Statistical Program For Social Science (SPSS 26) computer program. The results of the analysis show that there is a relationship and is a risk factor between ventilation area, temperature, light intensity, and the number of germs to health problems, namely pneumonia with a p-value <0.05 , while for air humidity and concentration of carbon monoxide (CO) in the air space has no relationship and is not a risk factor for health problems, namely pneumonia with a p-value > 0.05 .

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

DAFTAR ISI

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN	iii
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI	iv
HALAMAN MOTTO	v
KATA PENGANTAR.....	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACK	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Batasan Masalah.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Pencemaran Udara.....	7
2.2 Pencemaran Udara Dalam Ruang (<i>Indoor air pollution</i>).....	7
2.3 Sumber Pencemar Udara Dalam ruang	8
2.4 Baku Mutu Udara Dalam Ruang	9
2.4.1 Parameter Fisik Udara Dalam Ruang.....	9
2.4.2 Parameter Kimia Udara Dalam Ruang.....	10
2.4.3 Parameter Biologi Udara Dalam Ruang.....	10
2.5 Tinjauan Umum Parameter Fisik Udara Dalam Ruang.....	10
2.5.1 Suhu.....	10
2.5.2 Intensitas Cahaya.....	11

2.5.3	Kelembaban.....	12
2.5.4	Laju Ventilasi	12
2.5.5	PM _{2,5}	13
2.5.6	PM ₁₀	13
2.6	Tinjauan Umum Parameter Kimia Udara Dalam Ruang.....	13
2.6.1	Sulfur Dioksida (SO ₂)	13
2.6.2	Nitrogen Dioksida (NO ₂)	14
2.6.3	Karbon Monoksida (CO).....	14
2.6.4	Karbondioksida (CO ₂).....	15
2.6.5	Timbal (Pb)	16
2.6.6	Asbes	16
2.6.7	Formaldehide (HCHO).....	17
2.6.8	<i>Volatile Organic Compound</i> (VOC)	17
2.6.9	<i>Environmental Tobacco Smoke</i> (ETS).....	17
2.7	Tinjauan Umum Parameter Biologi Udara Dalam Ruang	18
2.7.1	Jamur	18
2.7.2	Bakteri	19
2.7.3	Angka Kuman	21
2.8	Pneumonia.....	21
2.8.1	Faktor Yang Mempengaruhi Pneumonia	22
2.8.2	Gejala Pneumonia	26
2.8.3	Upaya Pencegahan Pneumonia	27
2.9	Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Dalam Ruang.....	27
2.10	Integrasi Keislaman.....	28
2.11	Penelitian Terdahulu	29
BAB III METODE PENELITIAN		37
3.1	Jenis dan Rancangan Penelitian	37
3.2	Waktu Penelitian	37
3.3	Lokasi Penelitian	38
3.4	Kerangka Pikir Penelitian.....	41
3.5	Tahap Penelitian	42
3.5.1	Tahap Persiapan	44

3.5.2 Tahap Pelaksanaan	44
3.6 Analisis Data	52
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	56
4.1 Gambaran Umum Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya	56
4.2 Hasil Pengukuran Kualitas Udara di Dalam Ruangan	58
4.2.1 Luas Ventilasi.....	58
4.2.2 Suhu.....	61
4.2.3 Kelembaban.....	64
4.2.4 Intensitas Cahaya.....	67
4.2.5 Karbon Monoksida (CO).....	70
4.2.6 Angka Kuman	74
4.3 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Luas Ventilasi Terhadap Gangguan Kesehatan	77
4.4 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya Terhadap Gangguan Kesehatan	78
4.4.1 Suhu.....	78
4.4.2 Kelembaban.....	80
4.4.3 Intensitas Cahaya.....	82
4.5 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Gangguan Kesehatan	83
4.6 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Angka Kuman Terhadap Gangguan Kesehatan	85
4.7 Rekomendasi Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Dalam Ruang.....	87
BAB V PENUTUP.....	93
5.1 Kesimpulan.....	93
5.2 Saran.....	94
DAFTAR PUSTAKA	95
LAMPIRAN.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Peta Kecamatan Kenjeran Kota Surabaya	39
Gambar 3.2 Peta Situasi Lokasi Penelitian.....	40
Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian	41
Gambar 3.4 Bagan Alir Tahap Penelitian.....	43
Gambar 3.5 Titik Pengambilan Sampel.....	46
Gambar 3.6 Bagan Alir Penggunaan SPSS	55
Gambar 4.1 Kondisi Sampah di Lingkungan Sekitar	57
Gambar 4.2 Kondisi Drainase di Lingkungan Sekitar.....	57
Gambar 4.3 Kondisi Perkampungan di Lingkungan Sekitar	57
Gambar 4.4 Kondisi Ventilasi Rumah Para Responden.....	59
Gambar 4.5 Kondisi Ventilasi Kamar Tidur Para Responden.....	60
Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang (Case).....	61
Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang (Control)	62
Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang (Case).....	64
Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang (Control)	65
Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang (Case)	67
Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang (Control)	68
Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang (Case).....	70
Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang (Control)	71
Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang (Case)	75
Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang (Control).....	75
Gambar 4.16 Contoh Pemasangan <i>Exhaust Fan</i>	88
Gambar 4.17 Contoh <i>Cross Ventilation</i> Dengan <i>Exhaust Fan</i>	89
Gambar 4.18 Contoh Penggunaan Genting Kaca.....	90
Gambar 4.19 Tanaman Hias Lidah Mertua (<i>Sansevieria</i>).....	90
Gambar 4.20 Tanaman Hias Sirih Gading (<i>Epipremnum Aureum</i>).....	91

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Baku Mutu Parameter Fisik Udara Dalam Ruang.....	9
Tabel 2.2 Baku Mutu Parameter Kimia Udara Dalam Ruang.....	10
Tabel 2.3 Baku Mutu Parameter Biologi Udara Dalam Ruang.....	10
Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu.....	29
Tabel 3.1 Pelaksanaan Penelitian	38
Tabel 3.2 Data Primer.....	44
Tabel 3.3 Data Sekunder	45
Tabel 3.4 Jenis Skala Data.....	53
Tabel 4.1 Penggunaan Lahan	56
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Luas Ventilasi	58
Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang	61
Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang	64
Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang	67
Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang	70
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang	74
Tabel 4.8 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Luas Ventilasi Terhadap Pneumonia Pada Balita	77
Tabel 4.9 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Suhu Terhadap Pneumonia Pada Balita	79
Tabel 4.10 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Kelembaban Terhadap Penumonia Pada Balita	80
Tabel 4.11 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Intensitas Cahaya Terhadap Pneumonia Pada Balita	82
Tabel 4.12 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Pneumonia Pada Balita	84
Tabel 4.13 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Angka Kuman Terhadap Pneumonia Pada Balita	86

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Polusi udara tidak hanya dapat terjadi di luar ruangan, tetapi polusi udara juga dapat terjadi di dalam ruangan. Polusi udara di dalam ruangan justru memiliki dampak lebih besar terhadap kesehatan penghuninya dibandingkan dengan polusi udara di luar ruang. Hal tersebut dapat terjadi karena sekitar 80 hingga 90 persen masyarakat menghabiskan waktu atau beraktifitas di dalam ruangan seperti rumah, kantor, dan lain lain (Lewis, 2022). Menurut *United States Environmental Protection Agency (USEPA)* (2020) paparan polusi udara di dalam ruangan memiliki dampak 2 hingga 5 kali lebih banyak bahkan 100 kali lebih tinggi daripada paparan polusi udara di luar ruangan. *World Health Organizations (WHO)* (2020) menyatakan bahwa kematian yang disebabkan oleh pencemaran udara mencapai 3 juta jiwa, namun kematian sebesar 0,2 juta jiwa disebabkan oleh pencemaran udara di luar ruangan, dan sisanya sebesar 2,8 juta jiwa disebabkan oleh paparan pencemaran udara di dalam ruangan.

Polusi udara dalam ruang menjadi suatu permasalahan yang serius, karena polusi udara dalam ruang telah menjadi penyebab 4,5 juta kematian setiap tahunnya. Secara global polusi udara dalam ruang telah menyebabkan stroke (34%), penyakit jantung (26%), penyakit paru obstruktif kronik (22%), pneumonia (12%), dan kanker paru-paru (6%) (Bahri dkk., 2021). Pencemaran udara di dalam ruangan pada rumah tangga dapat berasal dari berbagai sumber seperti bahan dan konstruksi bangunan, ventilasi yang buruk, perabotan, pemanas masakan, produk yang digunakan untuk pembersihan, gas alami seperti radon, lembab dan jamur (Guercio dkk., 2021). Jenis polusi udara dalam ruang yang berbahaya bagi kesehatan manusia antara lain karbon monoksida (CO), aerosol, dan polutan biologis, sehingga kualitas udara dalam ruangan merupakan masalah yang perlu menjadi perhatian khusus karena menjadi faktor penting akan kesehatan manusia (A'yun & Umaroh, 2022) .

Menurut Putri (2019) dan Al Farisi dkk (2018) faktor utama yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruang adalah ventilasi yang buruk atau tidak memenuhi syarat serta buruknya kualitas udara ambien. Ventilasi berfungsi

sebagai sarana sirkulasi udara segar yang masuk ke dalam ruangan untuk menetralkan polusi udara di dalam ruang. Ventilasi yang tidak memenuhi syarat menyebabkan sirkulasi udara di dalam ruangan menjadi buruk dan dapat mendukung perkembangbiakan vektor penyakit sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan khususnya infeksi saluran pernafasan akut (ISPA) hingga pneumonia.

Pneumonia merupakan salah satu gangguan kesehatan yang dapat disebabkan oleh buruknya kualitas udara dalam ruang (Permenkes, 2011). Pneumonia dapat disebabkan oleh mikroorganisme di udara bebas yang dikenal dengan istilah bioaerosol yang salah satunya terdiri dari organisme hidup yang dapat berkembangbiak (Utami & Windraswara, 2019). Menurut Sari & Darundiati (2019) Kualitas udara dalam ruang yaitu suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang tidak memenuhi syarat merupakan salah satu penyebab dari perkembangbiakan agen penyebab terjadinya pneumonia. Selain itu adanya konsentrasi karbon monoksida (CO) yang melebihi baku mutu juga dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh pencemaran udara (Utami & Windraswara, 2019).

Mikroorganisme merupakan faktor penting penyebab terjadinya polusi udara di dalam ruangan. Hal ini dikarenakan sejumlah mikroorganisme seperti bakteri dan jamur dapat tumbuh dan berkembangbiak ketika kualitas udara di dalam ruangan dalam kondisi buruk. Dampak penting dari kondisi ini adalah peningkatan prevalensi terjadinya gangguan kesehatan bagi para penghuni ruangan (Subarno & Erawati, 2022). Selain itu, senyawa gas karbon yang terdapat di dalam polutan udara seperti partikulat (PM), sulfur dioksida (SO₂), nitrogen dioksida (NO₂), ozon (O₃), karbon monoksida (CO), dan karbon dioksida (CO₂) dapat mengancam kesehatan manusia dalam kehidupan sehari-hari (Nugroho, 2023).

Kelurahan Tambak Wedi merupakan kawasan pemukiman dengan kasus pneumonia tertinggi di Kota Surabaya yaitu sebanyak 132 kasus pada balita (Dinas Kesehatan Kota Surabaya, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Tulandi dkk (2019) menyatakan bahwa di Kelurahan Tambak Wedi terdapat kegiatan industri pengasapan ikan yang turut menyumbang emisi udara berupa

gas karbon monoksida (CO) sebesar 5.014 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sehingga menyebabkan turunnya kualitas udara di wilayah tersebut. Buruknya kualitas udara ambien yang masuk ke dalam ruangan yang terhirup oleh penghuninya akan menyebabkan meningkatkan risiko gangguan kesehatan.

Kualitas udara dalam ruang yang kurang baik merupakan faktor prediposisi dari terjadinya gangguan kesehatan, sehingga pemerintah telah mengatur persyaratan atau baku mutu kualitas udara dalam ruang yang tercantum di dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Adanya peraturan tersebut bertujuan sebagai acuan bagi penghuni rumah sebagai upaya untuk menyehatkan udara dalam ruang rumah dan diharapkan dapat melindungi masyarakat dari pencemaran udara dalam ruang rumah. Upaya menjaga kebersihan rumah sama dengan menjaga kesehatan tubuh. Kesehatan dalam pandangan islam menjadi salah satu perkara yang penting, karena kesehatan merupakan salah satu nikmat besar yang harus disyukuri oleh setiap manusia. Mengenai pentingnya kesehatan *Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam* bersabda:

عَنْ ابْنِ عَبَّاسٍ رَضِيَ اللَّهُ عَنْهُمَا قَالَ قَالَ النَّبِيُّ صَلَّى اللَّهُ عَلَيْهِ وَسَلَّمَ نِعْمَتَانِ مَغْبُورٌ فِيهِمَا كَثِيرٌ مِنَ النَّاسِ الصِّحَّةُ وَالْفَرَاغُ

Artinya: “Dari Ibnu Abbas *Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam* bersabda dua kenikmatan yang sering dilupakan oleh kebanyakan manusia adalah kesehatan dan waktu luang.” (HR. Al-Bukhari: 6412, at-Tirmidzi: 2304, Ibnu Majah: 4170).

Dalam hadist ini Ibnu Bathal menjelaskan di dalam (Fathul Bari bi Syarhi Shahihil Bukhari: 14/183-184) seorang mukmin dianggap tidak akan memiliki waktu luang apabila tidak memiliki bandan yang sehat. Barangsiapa yang telah memiliki nikmat tersebut hendaknya mereka terus bersemangat dalam menjaga kesehatan dan tidak menjerumuskan pada suatu kebinasaan, karena kesehatan merupakan salah satu nikmat besar bagi seorang mukmin yang harus disyukuri.

Paparan polusi udara di dalam ruang yang terjadi secara terus menerus dan berkepanjangan dapat menyebabkan semakin fatalnya gangguan kesehatan bahkan dapat menyebabkan kematian. Sehingga, perlu adanya pemantauan dan

pengendalian terkait pencemaran udara dalam ruang (Warih, 2019). Menurut Maghfiroh dkk (2015) faktor penyebab terjadinya gangguan kesehatan di setiap wilayah berbeda beda, hal ini dikarenakan kondisi pada setiap wilayah memiliki karakteristik lingkungan yang berbeda. Kondisi lingkungan yang buruk dapat menyebabkan berkembangnya vektor penyakit. Oleh karena itu dari latar belakang diatas menjadi ketertarikan untuk dilakukan penelitian terkait faktor risiko kualitas udara dalam ruang terhadap gangguan kesehatan dengan judul “Analisis Faktor Risiko Kualitas Udara Dalam Ruang Terhadap Gangguan Kesehatan Di Kawasan Permukiman Kota Surabaya (Studi Kasus: Kelurahan Tambak Wedi)”.

1.2 Rumusan Masalah

Dari uraian latar belakang di atas, peneliti memperoleh rumusan masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. Bagaimana kualitas parameter suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1077 Tahun 2011?
2. Bagaimana analisis faktor risiko luas ventilasi bangunan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya?
3. Bagaimana analisis faktor risiko suhu, kelembaban, intensitas cahaya di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya?
4. Bagaimana analisis faktor risiko karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya?
5. Bagaimana analisis faktor risiko angka kuman di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya?
6. Bagaimana cara pengendalian pencemaran udara di dalam ruangan?

1.3 Tujuan Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah didapatkan, maka tujuan dari penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengukur kualitas parameter suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruangan

berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1077 Tahun 2011.

2. Untuk menganalisis faktor risiko luas ventilasi bangunan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.
3. Untuk menganalisis faktor risiko suhu, kelembaban, intensitas cahaya di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.
4. Untuk menganalisis faktor risiko karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.
5. Untuk menganalisis faktor risiko angka kuman di udara dalam ruangan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.
6. Untuk memberikan rekomendasi pengendalian pencemaran udara di dalam ruang.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang didapatkan, diharapkan penelitian ini dapat bermanfaat sebagai berikut:

1. Masyarakat

Bagi masyarakat diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber informasi mengenai faktor risiko kualitas udara dalam ruangan khususnya parameter suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruang terhadap gangguan kesehatan. Sehingga, masyarakat dapat lebih peduli mengenai kualitas udara di dalam ruang khususnya parameter suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO) dan angka kuman serta masyarakat dapat membuat program atau kegiatan terkait penyehatan kualitas udara di dalam ruang sebagai upaya penanganan masalah kesehatan.

2. Institusi Pendidikan

Bagi institusi pendidikan, diharapkan penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber pengetahuan untuk menambah wawasan serta dapat dikembangkan lebih lanjut, serta penelitian ini juga dapat digunakan sebagai data dokumentasi mengenai faktor risiko kualitas udara dalam ruangan terhadap gangguan kesehatan.

3. Bagi Peneliti

Bagi peneliti, diharapkan penelitian ini dapat dijadikan sebagai pengalaman dalam menyusun penelitian ilmiah serta menambah wawasan dan pengetahuan dalam mengimplementasikan pengetahuan yang telah diperoleh mengenai faktor risiko kualitas udara dalam ruangan terhadap gangguan kesehatan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini akan dilakukan di dalam rumah yang penghuninya mengalami gangguan kesehatan di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.
2. Parameter fisik rumah yang diukur adalah luas ventilasi.
3. Parameter fisik udara dalam ruangan yang diukur adalah suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.
4. Parameter kimia udara dalam ruangan yang diukur adalah karbon monoksida (CO).
5. Parameter biologi udara dalam ruangan yang diukur adalah angka kuman.
6. Baku mutu yang dijadikan acuan parameter yang diukur adalah Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia No. 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah.
7. Gangguan kesehatan yang dimaksud pada penelitian ini adalah pneumonia berat pada balita.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pencemaran Udara

Pencemaran udara adalah kehadiran satu atau lebih bahan fisik, kimia, dan biologi di atmosfer dalam jumlah yang dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup. Pencemaran udara dapat disebabkan oleh sumber alami maupun oleh kegiatan manusia. Dalam pencemaran udara selalu terkait dengan sumber yang menghasilkan pencemaran udara yaitu sumber yang bergerak umumnya kendaraan bermotor dan sumber tidak bergerak umumnya kegiatan industri. Sedangkan pengendaliannya selalu terkait dengan serangkaian kegiatan pengendalian yang bermuara dari batas baku mutu udara (Siburian, 2020).

Pencemaran udara biasanya dipisahkan menjadi dua kategori yaitu pencemaran udara di luar ruangan melibatkan paparan yang terjadi di lingkungan binaan. Contohnya termasuk partikel halus yang dihasilkan oleh pembakaran batu bara, gas berbahaya seperti sulfur dioksida, nitrogen dioksida, karbon monoksida, ozon permukaan tanah, dan asap tembakau. Sedangkan, polusi udara di dalam ruang melibatkan paparan partikulat, oksida karbon, dan polutan lain yang dibawa oleh udara atau debu dalam ruangan. Contohnya termasuk produk rumah tangga dan bahan kimia, gas buangan bahan bangunan, dan asap tembakau (Simarmata, 2022).

2.2 Pencemaran Udara Dalam Ruang (*Indoor air pollution*)

Pencemaran udara di dalam ruang merupakan kondisi adanya satu atau lebih bahan pencemar di dalam ruangan yang dapat menyebabkan adanya risiko gangguan kesehatan bagi para penghuninya akibat konsentrasi pencemar yang ada (Permenkes, 2011). Kualitas udara di dalam ruangan dipengaruhi oleh beberapa faktor dari aktivitas penghuninya seperti kegiatan memasak, merokok, kebersihan rumah, jumlah furniture, suhu, kelembaban, maupun emisi dari luar ruangan. Apabila terdapat banyak kegiatan di dalam ruangan tidak diiringi dengan sirkulasi udara yang baik, maka hal tersebut akan berdampak pada kualitas udara dalam ruangan (Aprillia & Tangahu, 2023). Beberapa hasil penelitian terkait pencemaran udara dalam ruang menunjukkan bahwa polusi

udara dalam ruangan yang diakibatkan dari aktivitas penghuninya berkaitan dengan gangguan kesehatan.

Gangguan kesehatan yang diakibatkan oleh pencemaran udara dalam ruang dapat terjadi karena pada umumnya manusia hampir 90% menghabiskan waktu berada di dalam ruangan. Dampak kesehatan akibat pencemaran udara dalam ruang dapat terjadi secara langsung dan tidak langsung. Dampak secara langsung terhadap tubuh terutama daerah tubuh atau organ tubuh yang kontak secara langsung dengan udara adalah iritasi hidung dan tenggorokan, iritasi mata, pneumonia, fatigue flu, serta penyakit virus lainnya. Dampak secara tidak langsung dapat mengakibatkan gangguan kesehatan yang dapat terjadi seiring berjalannya waktu setelah terjadi pajanan, seperti penyakit jantung dan paru-paru, hingga terjadinya kanker (Permenkes, 2011).

2.3 Sumber Pencemar Udara Dalam ruang

Sumber pencemar udara dalam ruang berdasarkan hasil pemeriksaan dari *The National Institute of Occupational Safety and Health* dapat dirinci menjadi 5 sumber (Dewi dkk., 2021):

1. Pencemaran yang dapat diakibatkan dari pola hidup penghuni ruangan seperti kebiasaan merokok di dalam rumah, penggunaan pestisida dan pembersih ruangan.
2. Pencemaran dari luar gedung yaitu asap kendaraan bermotor dan cerobong asap di dapur yang penempatannya tidak tepat.
3. Pencemaran dari bahan bangunan seperti *formaldehid*, asbes, lem, *fiberglass*, dan bahan lainnya.
4. Pencemaran mikroba yang meliputi adanya jamur, virus, bakteri, dan protozoa pada saluran udara dan alat pendingin ruangan beserta seluruh sistemnya.
5. Kurangnya udara segar dari luar ruangan yang masuk ke dalam ruangan karena gangguan maupun tidak layaknya ventilasi pada bangunan.

2.4 Baku Mutu Udara Dalam Ruang

Manusia cenderung menghabiskan waktu di dalam ruangan untuk beraktivitas sehingga udara dalam ruangan merupakan faktor penting bagi kesehatan penghuninya, misalnya lembaga pendidikan, perkantoran, dan rumah. Oleh karena itu, kualitas udara dalam ruangan merupakan faktor yang sangat penting untuk dijaga agar tidak mengganggu kesehatan penghuninya.

Kualitas udara di dalam ruang yang baik merupakan faktor prediposisi dari terjadinya gangguan kesehatan, sehingga pemerintah telah mengatur persyaratan atau baku mutu kualitas udara dalam ruang yang tercantum di dalam Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Kualitas udara dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan bangunan, ventilasi, kepadatan hunian, bahan pelapis furnitur, *formaldehid*, debu, radiasi radon (Rd), suhu ruangan, dan kelembaban berlebih, serta udara luar ruangan (Permenkes, 2011). Parameter kualitas udara dalam ruangan dibagi menjadi tiga, yaitu parameter fisik, kimia, dan biologi.

2.4.1 Parameter Fisik Udara Dalam Ruang

Parameter fisik udara dalam ruangan adalah kondisi yang menunjukkan nilai fisik udara dalam ruangan yang meliputi suhu, pencahayaan, kelembaban, pertukaran udara (laju ventilasi), dan debu ($PM_{2.5}$ dan PM_{10}) (Permenkes, 2011). Kondisi sirkulasi udara yang baik dapat dinilai dari luas ventilasi minimal 10% dari luas lantai dan penggunaan *air conditioner* (AC) yang rutin dibersihkan. Selain itu, kepadatan hunian juga dapat mempengaruhi kualitas fisik udara dalam ruangan.

Tabel 2.1 Baku Mutu Parameter Fisik Udara Dalam Ruang

No.	Parameter	Satuan	Baku mutu
1.	Suhu	°c	18 - 30
2.	Pencahayaan	Lux	Minimal 60
3.	Kelembaban	%rh	40 - 60
4.	Laju ventilasi	M/dtk	0,15 - 0,25
5.	$Pm_{2.5}$	Mg/ m ³	35/24 jam
6.	Pm_{10}	Mg/ m ³	≤ 70/24 jam

Sumber: Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011

2.4.2 Parameter Kimia Udara Dalam Ruang

Parameter kimia udara dalam ruangan dapat dipengaruhi oleh senyawa kimia berupa gas seperti nitrogen dioksida (NO₂), sulfur dioksida (SO₂), karbon dioksida (CO₂), karbon monoksida (CO), asbestos, dan timbal (Pb) (Permenkes, 2011).

Tabel 2.2 Baku Mutu Parameter Kimia Udara Dalam Ruang

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Keterangan
1	Sulfur dioksida (SO ₂)	ppm	0.1	24 jam
2	Nitrogen dioksida (NO ₂)	ppm	0.04	24 jam
3	Karbon monoksida (CO)	ppm	9	8 jam
4	Karbendioksida (CO ₂)	ppm	1000	8 jam
5	Timbal (Pb)	µg/ m ³	1.5	15 menit
6	Asbes	Serat/ ml	5	Panjang serat 5µ
7	Formaldehid (HCHO)	ppm	0.1	30 menit
8	Volatile Organic Compound (VOC)	ppm	3	8 jam
9	Environmental Tobacco Smoke (ETS)	µg/ m ³	35	24 jam

Sumber: Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011.

2.4.3 Parameter Biologi Udara Dalam Ruang

Parameter biologis udara dalam ruangan adalah kondisi yang menunjukkan nilai biologis udara dalam ruangan yang meliputi bakteri dan jamur. Bakteri patogen udara dalam ruangan yang biasanya diperiksa adalah jenis *Legionella*, *Clostridium*, dan *Streptococcus*, serta bakteri patogen lainnya jika diperlukan. (Permenkes, 2011).

Tabel 2.3 Baku Mutu Parameter Biologi Udara Dalam Ruang

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu
1	Jamur	CFU/ m ³	0
2	Bakteri Pathogen	CFU/ m ³	0
3	Angka Kuman	CFU/ m ³	< 700

Sumber: Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011

2.5 Tinjauan Umum Parameter Fisik Udara Dalam Ruang

2.5.1 Suhu

Suhu adalah kondisi panas maupun dinginnya udara dengan satuan derajat tertentu, suhu dapat dibedakan menjadi dua yaitu suhu basah dan

suhu kering. Suhu kering memiliki nilai 24-34°C, sedangkan suhu basah memiliki nilai 20-25°C yang menunjukkan bahwa kondisi udara telah jenuh oleh uap air. Untuk mengukur nilai suhu pada umumnya dapat diukur menggunakan *thermometer* suhu yang diadaptasikan kurang lebih selama sepuluh menit. Pencemaran udara di dalam ruangan tidak hanya dapat dipengaruhi oleh polutan yang ada, namun pencemaran udara di dalam ruangan juga dapat dipengaruhi oleh kondisi udara yang panas (Handayani, 2020)

Suhu udara panas dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan menjadi tidak baik, sehingga dapat mempengaruhi kenyamanan bagi para penghuninya. Udara panas dapat dipengaruhi oleh energi yang dihasilkan dari metabolisme tubuh manusia. Hanya 20% energi yang dihasilkan dari metabolisme tubuh manusia yang digunakan sedangkan sisanya dilepaskan ke lingkungan. Metabolisme tubuh manusia dapat dibedakan menjadi dua yaitu metabolisme basal seperti proses otomatis denyut nadi dan metabolisme maskular yang berfungsi untuk mengatur kerja otot. Oleh karena itu suhu udara dalam ruangan sangat penting bagi penghuninya karena tubuh manusia dapat menghasilkan panas yang digunakan untuk metabolisme basal dan maskular. Temperatur udara yang terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga hipotermia, sedangkan temperatur udara yang terlalu tinggi dapat menyebabkan dehidrasi hingga serangan jantung (Mukono, 2019).

2.5.2 Intensitas Cahaya

Intensitas cahaya atau pencahayaan adalah memberikan penerangan (sinar) atau yang menerangi dan bersumber dari dua jenis yaitu pencahayaan alami yang bersumber dari cahaya matahari dan pencahayaan buatan yang bersumber dari teknologi. Intensitas cahaya merupakan jumlah rata-rata cahaya pada suatu ruangan disetiap titik yang biasanya dinyatakan dalam satuan *lux*. Akses pencahayaan di dalam ruangan adalah faktor penting bagi suatu bangunan karena pencahayaan di dalam ruangan menjadikan penghuninya dapat melihat benda-benda disekitar. Tanpa melihat benda-benda disekitar jelas dapat mengganggu segala aktivitas yang ada. Namun,

pencahayaannya yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan gangguan penglihatan (Setiawan & Hartanti, 2014).

Pencahayaannya yang baik merupakan pencahayaannya yang memungkinkan bagi para penghuni ruangan untuk melihat suatu objek maupun benda-benda disekitar dengan jelas tanpa perlu upaya-upaya yang tidak diperlukan. Pencahayaannya yang buruk dapat mengakibatkan berkurangnya efisiensi kerja, keluhan pegal pada mata, kelelahan mental, kerusakan penglihatan, dan peningkatan risiko kecelakaan (Mukono, 2019).

2.5.3 Kelembaban

Kelembaban adalah kondisi dimana kandungan uap air di udara menjadi banyak dan dapat dihitung dengan presentase, kelembaban memiliki hubungan dan dapat dipengaruhi oleh suhu. Uap air yang terkandung di udara dapat mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme seperti jamur dan bakteri. Kelembaban juga dapat menyebabkan terlepasnya senyawa volatil organik dari bahan bangunan seperti *formaldehid* dan amonia. Kelembaban yang tinggi menyebabkan larutnya senyawa kimia yang kemudian menguap di udara, sehingga menyebabkan terjadinya paparan bagi para penghuninya (K. P. Sari, 2021).

Kelembaban rendah atau kurang dari 20% dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti kekeringan membran selaput lendir, sedangkan kelembaban dapat mendukung pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme. Efek kesehatan dari kelembaban tinggi dan rendah dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme yang dapat menyebabkan risiko penyakit seperti ISPA, tuberkulosis, dan sebagainya (Mukono, 2019).

2.5.4 Laju Ventilasi

Laju ventilasi adalah laju pertukaran udara melalui ventilasi dari lubang udara permanen selain jendela dan pintu. Pertukaran udara dalam ruang tergantung pada kondisi bangunan rumahnya. Apabila rumah ber AC maka laju pertukaran udara sebesar 0,283 m²/menit/orang. Sedangkan

untuk rumah tidak ber AC maka laju pertukaran udara sebesar 0,15-0,25 m/detik dengan ventilasi minimum 10% dari luas lantai dengan sistem ventilasi silang (Permenkes, 2011).

2.5.5 PM_{2,5}

Partikulat matter 2,5 merupakan partikel yang berukuran 2,5 mikron dan bahkan lebih kecil. Partikulat matter 2,5 merupakan partikel yang kasat mata yang dapat terhirup dan menumpuk pada paru-paru manusia sehingga dapat menyebabkan gangguan kesehatan. Partikulat matter 2,5 dapat berasal dari polusi kendaraan bermotor, pembakaran kayu, minyak, batu bara, dan asap pabrik. Partikulat matter 2,5 juga bisa berada di dalam ruangan yang bersumber dari asap rokok, proses pembakaran saat memasak, pembakaran lilin, dan lain sebagainya (Rosa dkk., 2020).

2.5.6 PM₁₀

Partikulat matter 10 merupakan partikel yang melayang di udara dalam jangka waktu yang lama atau partikel yang dapat ditemukan di udara termasuk debu, kotoran, jelaga dan asap. Partikulat matter 10 merupakan partikulat yang berukuran lebih kecil dari 10 µm. Partikulat matter 10 terdiri dari partikel halus berukuran kecil dari 2,5 µm dan sebagian partikel kasar yang berukuran 2,5 µm sampai 10 µm. Partikulat matter 10 adalah salah satu bahan penyumbang pencemar udara yang digolongkan ke dalam kelompok pencemar primer (*primary pollutant*), yaitu bahan pencemar yang diemisikan secara langsung ke udara dari sumber penghasil, salah satunya adalah kendaraan bermotor. Selain dari kendaraan bermotor partikulat matter 10, bersumber dari aktivitas konstruksi, cerobong asap industri, dan pengangkutan materia (USEPA, 2014).

2.6 Tinjauan Umum Parameter Kimia Udara Dalam Ruang

2.6.1 Sulfur Dioksida (SO₂)

Gas sulfur dioksida (SO₂) merupakan salah satu gas tidak berwarna yang berbau kuat menyesakkan, dan menyengat. Sulfur dioksida (SO₂) dapat dihasilkan dari pembakaran bahan bakar fosil (batu bara dan minyak), dan peleburan biji mineral yang mengandung belerang. Sumber utama dari

sulfur dioksida (SO_2) adalah pembakaran fosil yang mengandung belerang untuk pemanas rumah tangga, pembangkit listrik, dan kendaraan bermotor. Konsentrasi sulfur dioksida (SO_2) yang berlebihan di udara dapat menyebabkan gangguan sistem pernafasan dan fungsi paru-paru serta iritasi pada mata (Molina, 2010).

2.6.2 Nitrogen Dioksida (NO_2)

Nitrogen dioksida (NO_2) merupakan gas yang berwarna coklat kemerahan dan berbau tajam. Nitrogen dioksida (NO_2) bersumber dari pembakaran kendaraan bermotor, gas alam, bensin, dan produksi energi. Nitrogen dioksida (NO_2) di udara terbentuk dari oksidasi gas nitrogen oksida (NO_x) yang berasal dari hasil pembakaran bahan bakar pada suhu tinggi. Nitrogen dioksida (NO_2) tidaklah dengan langsung disebarkan di udara. Namun nitrogen dioksida (NO_2) dibentuk saat nitrogen oksida (NO_x) melakukan reaksi dengan bahan-bahan kimia lainnya di udara dalam pembentukan nitrogen dioksida (NO_2). Konsentrasi nitrogen dioksida (NO_2) di udara yang berlebihan dan terhirup oleh manusia dapat menyebabkan gangguan pernafasan serta berkontribusi pada perkembangan asma dan dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran pernafasan (Molina, 2010).

2.6.3 Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida (CO) merupakan salah satu gas yang tidak berwarna, tidak berbau, dan tidak berasa yang dapat dihasilkan dari pembakaran tidak sempurna seperti asap rokok, tungku gas, kompor kayu, pembakaran bahan bakar fosil, industri pertambangan dan pembangkit listrik (Gładyszewska-Fiedoruk & Wiater, 2022). Karbon monoksida yang terdapat di udara dapat terbentuk dari salah satu proses sebagai berikut (Irfan & Purnomo, 2018) :

1. Pembakaran tidak sempurna terhadap karbon maupun komponen lain yang mengandung karbon.
2. Terjadinya reaksi antara karbondioksida dan komponen lain yang mengandung karbon.

3. Pada suhu tinggi karbondioksida dapat terurai menjadi karbon monoksida dan oksigen.

Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan dapat dihasilkan dari setiap pembakaran, seperti hasil proses pembakaran tidak sempurna dari kegiatan memasak yang menggunakan gas alam dan aktifitas merokok di dalam rumah. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di udara dalam ruang juga dapat dipengaruhi oleh konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dari luar ruangan. Hasil dari pembakaran gas alam maupun minyak bumi dapat menghasilkan sampai 5% gas karbon monoksida (CO) (Gładyszewska-Fiedoruk & Wiater, 2022).

Gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan mempunyai sifat racun. Sifat racun dan potensi keracunan tergantung dari kualitas dan kuantitas pencemar dalam ruangan itu sendiri. Baku mutu kadar karbon monoksida (CO) yang diizinkan untuk dalam ruangan telah diatur di dalam Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011 yaitu 9 ppm. Nilai tersebut menggambarkan suatu kondisi kualitas udara dalam ruangan, apabila konsentrasi gas karbon monoksida (CO) melebihi peraturan yang ditetapkan, maka kemungkinan timbul efek yang dapat merugikan kesehatan akan semakin tinggi.

2.6.4 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan gas cair yang tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan sedikit asam. Karbondioksida (CO₂) lebih berat daripada udara dan larut dalam air. Sumber utama karbondioksida (CO₂) di dalam ruang adalah pernafasan manusia dan hewam, serta produk pembakaran rumah tangga. Karbondioksida (CO₂) adalah gas limbah yang diproduksi dari hasil metabolisme sel dalam tubuh. Gas ini terikat pada sel darah merah dan dialirkan ke paru-paru kemudian dibuang lewat hembusan nafas (Lewis, 2022). Konsentrasi gas karbondioksida (CO₂) di udara dalam ruang sangat dipengaruhi oleh jumlah dan aktifitas manusia. Ketika sejumlah manusia berkumpul dan beraktifitas di dalam ruangan secara bersamaan dan dalam waktu yang lama, maka secara tidak langsung kadar gas karbondioksida (CO₂) dalam ruangan

tersebut akan semakin meningkat. Peningkatan gas karbondioksida (CO₂) memberikan dampak ketidaknyamanan orang-orang yang beraktifitas dan akan mengganggu kesehatan para penghuni ruangan (Yani & Antonisfia, 2020).

2.6.5 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan unsur logam berat yang memiliki sifat toksik bagi lingkungan dan manusia. Timbal dapat ditemukan di berbagai media lingkungan seperti debu, air, udara, dan tanah. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui pernafasan 85%, pencernaan 14%, dan kulit 1%. Timbal (Pb) dalam bentuk senyawa berasal dari emisi industri, pembakaran bahan bakar kendaraan bermotor, dan penggunaan cat bangunan yang mengandung Pb. Timbal (Pb) yang berada di udara mayoritas dalam bentuk organik terutama berasal dari pembakaran *tetra ethyl lead* (TEL) dan *tetra methyllead* (TEMEL) yang terdapat dalam bahan bakar kendaraan bermotor. Timbal (Pb) mempunyai sifat toksik dan persisten serta dapat terakumulasi dalam rantai makanan. Absorpsi timbal di dalam tubuh manusia sangat lambat sehingga akan terjadi akumulasi dan menjadi dasar keracunan yang progresif. Di dalam tubuh manusia Pb dapat menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin pada darah (Yasmin, 2022).

2.6.6 Asbes

Asbes atau asbestos merupakan salah satu bahan tambang yang terdiri dari Magnesium-Calsium-Silikat yang berbentuk serat. Elemen yang terdapat di dalamnya seperti silica atau pasir dan berserat tipis, dengan masing-masing serat terlihat terdiri dari jutaan fibril mikroskopis yang dapat terlepas ke udara karena abrasi dan proses lainnya. Asbes banyak sekali digunakan sehari-hari, mulai dari bahan pembuatan kabel listrik, cat, ban kendaraan bermotor, dan sampai pada atap rumah. Debu atau serat asbes adalah partikel-partikel asbes yang bertebaran atau terhambur ke udara. Serat asbes memiliki ukuran diameter kurang dari 3µm dengan panjang 3 kali diameter yang dapat dengan mudah terhirup oleh manusia. Semua bentuk asbes bersifat karsinogenik bagi manusia. Paparan asbes dapat

menyebabkan kanker paru, laring, dan ovarium, dan juga mesothelioma (kanker pada lapisan pleura dan peritoneal) (Buana & Harahap, 2022).

2.6.7 Formaldehyde (HCHO)

Formaldehyde merupakan senyawa organik yang bersifat karsinogenik, sitotoksik, dan tumorogenik. Formaldehyde dilepaskan di dalam ruangan dari berbagai sumber seperti cat tembok, cat kuku, resin, peralatan makan melamin yang mengandung urea formaldehid (UF), furnitur berbahan kayu, dan pernis. Formaldehyde tidak beracun bagi manusia, namun pada paparan konsentrasi tinggi dapat membawa dampak yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Formaldehyde apabila secara terus menerus masuk ke dalam tubuh dapat menyebabkan efek samping seperti iritasi membran mukosa, dermatitis, vertigo, dan gangguan pencernaan. Efek akut dari gas formaldehyde akan terjadi ketika kadar di udara melebihi 0,1 ppm. Suatu ruangan yang dipenuhi perabot rumah tangga mengandung formaldehyde sekitar 0,1 hingga 1,0 mg/m³ (Wulandari dkk., 2022).

2.6.8 *Volatile Organic Compound* (VOC)

Volatile organic compound (VOC) adalah senyawa organik yang mudah menguap pada temperature tertentu yang mampu mencemari udara, konsentrasi *Volatile organic compound* (VOC) yang teremisi di dalam ruangan lebih tinggi jika dibandingkan di luar ruangan, karena *Volatile organic compound* (VOC) terakumulasi di dalam ruangan. Terdapat bahan-bahan yang ada di dalam ruangan yang dapat menjadi sumber emisi *Volatile organic compound* (VOC) seperti, cat, bahan pelapis, perekat, produk pembersih rumah tangga, penyegar udara, dan furniture (misalnya dari bahan pengawet kayu dan lainnya). *Volatile organic compound* (VOC) dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti, iritasi mata, hidung, tenggorokan, sakit kepala, mual, kehilangan koordinasi, kerusakan ginjal, hati, dan sistem syaraf pusat (Wathon & Utami, 2022).

2.6.9 *Environmental Tobacco Smoke* (ETS)

Ada tiga jenis asap tembakau yang berbeda, Jenis asap pertama disebut sebagai asap utama dan yang dihirup langsung oleh perokok dari rokok atau media merokok lainnya. Yang kedua adalah asap yang

dihembuskan oleh perokok, bersama dengan asap yang dihasilkan langsung dari rokok yang dibakar (asap *sidestream*) dan asap ini disebut dengan *Environmental Tobacco Smoke* (ETS). Asap jenis kedua ini dianggap lebih berbahaya karena memiliki ukuran partikel lebih kecil. Karena ukuran partikel asap yang menyebar ke lingkungan lebih kecil, daya tembusnya lebih besar sehingga partikelnya akan lebih mudah masuk ke saluran pernapasan. Yang ketiga terdiri dari komponen asap yang menempel pada permukaan orang dan benda mati di dalam ruangan, dan kemudian secara perlahan diserap kembali ke dalam ruangan sebagai uap. *Environmental Tobacco Smoke* (ETS) dapat menjadi kontributor utama partikel di udara dalam ruangan. Semakin sering dan lama merokok di dalam ruangan dapat meningkatkan konsentrasi *Environmental Tobacco Smoke* (ETS). Konsentrasi *Environmental Tobacco Smoke* (ETS) di udara dalam ruang yang berlebihan dapat menyebabkan gangguan kesehatan seperti mata perih, bersin dan batuk-batuk, sakit kerongkongan, sakit kepala, hingga masalah pernapasan termasuk radang paru-paru dan bronkitis, dan meningkatkan risiko kanker paru dan penyakit jantung (Lewis, 2022).

2.7 Tinjauan Umum Parameter Biologi Udara Dalam Ruang

Mikroorganisme adalah makhluk yang sangat kecil dan tidak dapat dilihat secara visual tanpa bantuan mikroskop. Secara umum manusia berintraksi dengan lingkungan yang dipenuhi oleh mikroorganisme salah satunya adalah bakteri dan jamur. Terdapat tiga cara bagi mikroorganisme untuk masuk ke dalam tubuh manusia, yaitu melalui pernafasan, pencernaan, dan kontak kulit. Jumlah mikroorganisme di udara dalam ruang bergantung pada aktivitas para penghuninya serta banyaknya debu dan kotoran. Kondisi ruangan yang kotor akan berisi udara yang mengandung mikroorganisme lebih banyak dari pada kondisi ruangan yang bersih (Putra dkk., 2018).

2.7.1 Jamur

Jamur merupakan salah satu mikroorganisme yang keberadaannya kurang diketahui oleh manusia. Jamur menjadi salah satu polutan di udara dalam ruang yang sporanya terdapat pada debu, udara, dan air. Jamur di udara diketahui dapat menyebabkan gangguan kesehatan apabila terlalu

banyak terpapar serta dapat menimbulkan reaksi hipersensitif dan memiliki dampak terhadap lingkungan (Datau dkk., 2020). Beberapa jenis jamur bersifat pathogen terhadap manusia yang dapat menyerang kulit dan pernafasan sehingga menjadi penyebab munculnya berbagai gejala dan tanda penyakit. Suhu dan kelembaban udara dalam ruang yang tidak optimal dapat menunjang pertumbuhan jamur pathogen pada debu di dalam rumah yang mengandung campuran material organik dan anorganik (Faturrachman & Mulyana, 2019).

2.7.2 Bakteri

Udara merupakan sarana termudah yang digunakan oleh bakteri untuk disebarluaskan yang dapat menjadi permasalahan signifikan bagi makhluk hidup khususnya manusia. Penularan bakteri dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Penularan secara langsung dapat terjadi karena droplet (percikan air liur) yang mengandung agen bakteri dari individu dapat terlepas ke udara yang jika terhirup oleh orang lain dapat menyebabkan infeksi. Droplet dihasilkan terutama dari batuk dan bersin. Penyebaran bakteri juga dapat terjadi karena droplet kecil yang berada di udara dalam waktu lama dan mengandung bakteri yang tersuspensi dengan partikel debu yang mengandung agen infeksius sehingga terhirup oleh orang lain. Sedangkan penularan tidak langsung dapat terjadi melalui kontak dengan permukaan yang terkontaminasi atau melalui vektor serangga (Ifunanya Ohagim dkk., 2017). Sebagian besar bakteri bersifat saprofit dan non-patogen, tetapi peningkatan besar jumlah bakteri non-patogen juga dapat menimbulkan risiko yang sama dengan bakteri pathogen penyebab penyakit (Handayani, 2020).

Jumlah bakteri pada suatu ruangan dapat terbawa oleh debu, kelembaban, angin, dan para penghuninya, selain itu droplet yang dikeluarkan dari makhluk hidup (manusia dan hewan) juga berperan terhadap penambahan bakteri. Faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri yang sudah ada di dalam ruangan, yaitu:

a. Suhu

Bakteri memiliki suhu optimum yang berbeda untuk berkembang. suhu optimal membuat bakteri merasa nyaman untuk terus berkembang biak dan menjalani kehidupannya (Handayani, 2020). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ginting dkk., 2022) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara suhu ruangan dengan jumlah angka kuman di dalam ruangan. Dari hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,005$ sehingga menyatakan adanya hubungan tersebut dan nilai R Square = 0,209 yang menyatakan pengaruh suhu secara bersama simultan terhadap pertumbuhan angka kuman di udara sebesar 20,9%.

b. Kelembaban

Kelembaban merupakan salah satu persyaratan keadaan udara dalam ruang. Untuk menjaga kelembaban udara di dalam ruang maka diperlukan udara segar yang masuk untuk menggantikan udara yang telah terpakai. Oleh karena itu, kelembaban sangat berkaitan erat dengan kondisi ventilasi dan pencahayaan suatu bangunan. Kondisi ruangan yang lembab akan menyebabkan perkembangbiakan bakteri menjadi optimal. Kelembaban relatif (RH) diatas 60% dapat menyebabkan berkembang biaknya mikroorganisme patogen maupun mikroorganisme yang bersifat alergen (Handayani, 2020). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ginting dkk., 2022) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara kelembaban ruangan dengan jumlah angka kuman di dalam ruangan. Dari hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,000$ sehingga menyatakan adanya hubungan tersebut dan nilai R Square = 0,319 yang menyatakan pengaruh kelembaban secara bersama simultan terhadap pertumbuhan angka kuman di udara sebesar 31,9%.

c. Pencahayaan

Pencahayaan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri di dalam ruangan. Pencahayaan yang kurang dan tidak memenuhi syarat merupakan kondisi yang disukai bakteri untuk tumbuh dan berkembangbiak. Sumber cahaya di

dalam ruangan dapat menghambat pertumbuhan bakteri sehingga pencahayaan pada suatu ruangan harus cukup baik pada saat siang hari maupun malam hari. Pada umumnya sumber pencahayaan pada siang hari bersumber dari cahaya matahari yang mengandung sinar *ultraviolet* (uv) yang dapat mengakibatkan kematian bakteri. Sedangkan sumber pencahayaan malam hari bersumber dari penerangan listrik. Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Apriyani dkk., 2020) menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara pencahayaan ruangan dengan jumlah angka kuman di dalam ruangan. Dari hasil uji statistik didapatkan nilai $p = 0,000$ sehingga menyatakan adanya hubungan tersebut dan nilai R Square = 0,925 yang menyatakan pengaruh kelembaban secara bersama simultan terhadap pertumbuhan angka kuman di udara sebesar 92,5%.

2.7.3 Angka Kuman

Angka kuman merupakan parameter mikrobiologi yang sering digunakan. Angka kuman merupakan perhitungan jumlah bakteri berdasarkan asumsi bahwa setiap sel bakteri hidup yang tersuspensi akan tumbuh menjadi koloni setelah diinkubasi dengan media perkembangbiakan. Jumlah total angka kuman mencakup semua kuman di udara. Angka kuman di udara adalah mikroorganisme patogen dan mikroorganisme non patogen yang melayang di udara baik dengan atau menempel pada droplet, debu, atau partikel lain yang dibiakkan menggunakan media untuk membentuk koloni sehingga dapat diamati secara visual atau dengan kaca pembesar. Jumlah koloni yang terlihat kemudian dihitung dengan menggunakan *colony counter* dan diubah menjadi satuan pembentuk koloni per meter kubik (cfu/m³) (Handayani, 2020).

2.8 Pneumonia

Pneumonia kondisi peradangan pada jaringan paru yang disebabkan oleh berbagai mikroorganisme patogen seperti bakteri, virus, dan protozoa. Penyakit ini menyerang tidak memandang usia, namun umumnya penyakit ini terjadi pada bayi dibawah lima tahun. Pneumonia pada balita ditandai dengan batuk disertai

nafas sesak. Pneumonia merupakan penyakit yang berbahaya karena dapat menyebabkan kematian apabila dalam waktu 3 sampai 10 jam tidak ditangani dengan tepat.

Menurut Utami & Windraswara (2019) penyebab utama pneumonia adalah mikroorganisme yang masuk ke jaringan paru melalui saluran pernafasan menuju ke bronkiolus serta alveolus dan menyebabkan reaksi peradangan sehingga menghasilkan cairan edema. Cairan edema yang memenuhi alveolus dapat menyebabkan kapilar alveolus melebar sehingga paru-paru tidak berisi udara secara maksimal.

2.8.1 Faktor Yang Mempengaruhi Pneumonia

Pneumonia dapat disebabkan oleh beberapa faktor yang disebabkan oleh buruknya kualitas udara dalam ruang yang dapat mengakibatkan gangguan kesehatan. Berikut merupakan beberapa faktor yang dapat mempengaruhi terjadinya pneumonia pada balita.

a. Ventilasi Udara Dalam Rumah

Ventilasi berfungsi sebagai sarana sirkulasi udara segar yang masuk ke dalam rumah dan udara kotor yang keluar rumah dengan tujuan menjaga kualitas udara di dalam rumah tetap sehat. Rumah yang tidak dilengkapi dengan ventilasi yang memenuhi syarat dapat menyebabkan suplai udara di dalam rumah menjadi sangat minim. Suplai udara segar di dalam rumah sangat dibutuhkan bagi penghuninya. Karena, minimnya suplai udara segar di dalam rumah dapat menyebabkan gangguan sistem pernafasan bagi para penghuninya terutama pada balita. Apabila sistem pernafasan balita terganggu, maka dapat menyebabkan kekebalan tubuh balita menurun sehingga balita mudah untuk terinfeksi agen mikroorganisme penyebab pneumonia (Dewi dkk., 2021).

b. Kepadatan Hunian

Balita yang tinggal dengan kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat mempunyai peluang lebih besar mengalami pneumonia daripada balita yang tinggal dengan kepadatan hunian yang memenuhi syarat. Di dalam penelitian Bahri dkk (2022) menunjukkan bahwa kepadatan

hunian yang tinggi pada rumah balita berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,005 yang menunjukkan kepadatan hunian rumah berisiko terhadap kejadian pneumonia. Rumah balita dengan kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat memiliki risiko 2,751 kali besar untuk terkena pneumonia daripada balita yang tinggal di rumah dengan kepadatan hunian yang memenuhi syarat.

c. Suhu

Suhu udara di dalam rumah dapat mempengaruhi kualitas udara dan juga kemampuan hidup mikroorganisme di dalamnya, karena mikroorganisme dapat melakukan intraksi dengan lingkungan untuk mempertahankan hidup. Suhu udara yang baik yaitu berkisar 18°C-30°C. Pada penelitian yang dilakukan oleh Putri (2019) menunjukkan suhu udara berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,002 yang berarti menunjukkan suhu udara berisiko terhadap kejadian pneumonia. Balita yang tinggal dengan suhu udara yang tidak memenuhi syarat berisiko lebih besar untuk menderita pneumonia daripada balita yang tinggal dengan suhu udara yang memenuhi syarat.

d. Kelembaban

Kelembaban relatif yaitu berkisar antara 40 – 60%. Meningkatnya kelembaban udara di dalam ruangan menyebabkan kemampuan bertahan hidup mikroorganisme penyebab pneumonia semakin meningkat. Hasil penelitian yang dilakukan oleh D. A. Sari & Darundiati (2019) Mengenai kelembaban udara berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,041 yang berarti menunjukkan kelembaban udara berisiko terhadap kejadian pneumonia. Kondisi rumah dengan kelembaban yang tidak memenuhi syarat berisiko 6 kali lebih besar mengalami pneumonia daripada rumah dengan kondisi kelembaban yang memenuhi syarat.

e. Intensitas Cahaya

Kecukupan masuknya sinar matahari yaitu intensitas cahaya yang masuk kedalam rumah dapat mempengaruhi sehat atau tidaknya suatu rumah. Sinar matahari berperan sebagai pengatur kelembaban di dalam rumah, sehingga secara tidak langsung dapat menentukan kemampuan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen di dalam suatu rumah. Di dalam penelitian Bahri dkk (2022) dari hasil uji statistik menunjukkan intensitas cahaya dalam ruang berisiko terhadap terjadinya gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik diperoleh nilai *p-value* sebesar 0,035 yang berarti menunjukkan intensitas cahaya dalam ruang berisiko terhadap kejadian pneumonia. Kondisi rumah dengan intensitas cahaya yang tidak memenuhi syarat berisiko 3 kali lebih besar mengalami pneumonia daripada rumah dengan intensitas cahaya yang memenuhi syarat.

f. Kontaminasi Mikroorganisme

Menurut A. Sari (2019) paparan mikroorganisme yang ada di udara dalam ruang seperti virus, bakteri, dan protozoa menyebabkan gangguan kesehatan seperti pernafasan, alergi, dan menurunnya imunitas tubuh. Kontaminasi mikroorganisme di dalam ruangan juga dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti luas ventilasi, kepadatan hunian dan tingkat aktivitas individu yang berada di dalam ruangan. Pertumbuhan mikroorganisme di udara yang melebihi nilai ambang batas dapat menyebabkan turunnya kualitas udara di dalam ruangan sehingga dapat menimbulkan gangguan kesehatan. Keberadaan mikroorganisme di udara dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya pada suatu ruangan tersebut. Semakin banyak keberadaan mikroorganisme pada udara dalam ruang dapat mengakibatkan meningkatnya risiko terjadinya pneumonia.

g. Kebiasaan Merokok Dalam Rumah

Kadungan pada asap rokok kurang lebih terdiri dari 4000 elemen dan sekitar 200 diantaranya dinyatakan berbahaya bagi kesehatan manusia. Racun utama dalam kandungan rokok adalah nikotin, tar, dan

karbonmonoksida. Nikotin merupakan zat adiktif yang dapat mempengaruhi syaraf dan peredaran darah. Kandungan nikotin memiliki sifat karsinogenik dan mampu memicu kanker paru-paru yang mematikan. Tar merupakan substansi hidrokarbon yang bersifat lengket dan dapat menempel pada paru-paru. Sedangkan karbonmonoksida merupakan zat yang mengikat hemoglobin dalam darah sehingga darah tidak mampu mengikat oksigen (Wahyuni dkk., 2020). Asap rokok yang terus menerus mencemari udara di dalam ruangan dapat menyebabkan kekebalan tubuh balita menurun sehingga memudahkan mereka terkena infeksi pneumonia.

h. Faktor Individu Balita

Faktor individu balita juga merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi terjadinya pneumonia yaitu:

1) BBL (Berat Badan Lahir)

Bayi dengan berat badan lahir rendah memiliki pembentukan sistem imun yang tidak sempurna sehingga menyebabkan risiko pneumonia pada balita lebih tinggi dibandingkan dengan balita dengan berat badan lahir normal. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Afriani & Oktavi (2021) menjelaskan bahwa balita dengan berat badan lahir rendah (<2500 gram) memiliki risiko 1,9 kali lebih besar terkena pneumonia daripada balita dengan berat badan lahir normal (≥ 2500 gram).

2) Status Gizi

Balita dengan status gizi sesuai pertumbuhan balita dapat mencegah penyakit infeksi sehingga tumbuh kembang balita lebih optimal. Status gizi menyumbang lebih dari separuh kematian balita di negara berkembang, selain itu gizi buruk pada balita menyebabkan kematian lebih dari 1 juta kematian setiap tahunnya yang diakibatkan pneumonia. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Afriani & Oktavia (2021) menjelaskan adanya hubungan signifikan antara status gizi dengan kejadian pneumonia pada balita. Dari hasil uji statistik didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,000. Balita

dengan status gizi rendah berpeluang 6,52 kali lebih besar terkena pneumonia daripada balita dengan status gizi baik.

3) Pemberian ASI Eksklusif

Pemberian ASI eksklusif secara umum telah diakui dapat mencegah terjadinya infeksi pada balita. Kadungan nutrisi, antioksidan, hormon pada ASI dibutuhkan oleh balita untuk pertumbuhan dan perkembangan balita serta membantu sistem kekebalan tubuh agar berfungsi dengan baik. Bayi berusia di bawah 6 bulan yang tidak diberikan ASI eksklusif memiliki risiko 5 kali lebih besar terkena pneumonia bahkan dapat menyebabkan kematian. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Afriani & Oktavia (2021) didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,001 yang menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara pemberian ASI eksklusif dengan kejadian pneumonia pada balita.

2.8.2 Gejala Pneumonia

Gambaran klinis pneumonia pada balita sebagian besar berkisar antara sedang sampai berat sehingga pneumonia dapat ditangani dengan berobat jalan. Pada kasus pneumonia berat dapat menyebabkan kematian dan mungkin terdapat komplikasi sehingga memerlukan perawatan di rumah sakit (WHO, 2020). Pneumonia pada balita tergantung berat dan ringan infeksi yang terjadi, namun secara umum sebagai berikut:

- a. Pneumonia sedang: pneumonia sedang ditandai dengan kondisi pernafasan cepat tanpa penarikan dada ke dalam, pada anak-anak pernafasan akan disertai mengi (mengeluarkan bunyi saat bernafas).
- b. Pneumonia berat: pneumonia berat ditandai dengan kondisi kesulitan bernafas disertai stridor/mengorok, pernafasan cepat dan penarikan dada ke dalam, kejang, pada anak-anak pernafasan akan disertai mengi, dan kesulitan makan dan minum. Kondisi pneumonia berat harus segera dirujuk ke rumah sakit untuk mendapatkan perawatan medis lebih lanjut.

2.8.3 Upaya Pencegahan Pneumonia

Tujuan utama dari pencegahan pneumonia adalah untuk membantu mencegah terjadinya penyakit dan menghentikan penularan penyakit. Upaya pencegahan penularan penyakit pneumonia yang dapat dilakukan dengan cara menjaga kesehatan lingkungan yakni berupa memiliki ventilasi yang sesuai peraturan, kepadatan hunian yang sesuai dengan peruntukannya, dan lantai rumah yang tidak terbuat dari tanah. Hal tersebut dapat menjadi faktor penyebab bakteri pneumonia berkembangbiak dengan pesat sehingga mencemari udara di dalam rumah. Lingkungan yang bersih akan memperlambat mikroorganisme patogen untuk berkembangbiak sehingga balita yang bermain di dalam ruangan maupun diluar ruangan akan terhindari dari mikroorganisme patogen yang ada di lingkungan (Mulyani, 2020).

2.9 Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Dalam Ruang

Kualitas udara dalam ruangan merupakan salah satu ilmu terapan yang berkaitan langsung dengan pengendalian dan penanggulangannya. Meskipun polusi udara dalam ruang yang bersumber dari bahan kimia dan biologi telah menjadi perhatian utama, faktor lain seperti suhu, kelembaban, pencahayaan juga berkontribusi terhadap kualitas udara dalam ruang. Anggapan bahwa semua kontaminan udara dalam ruang dapat dihilangkan merupakan hal yang tidak mungkin untuk dilakukan, karena lebih tepatnya tujuan dalam melakukan pengendalian dan penanggulangan polusi udara dalam ruang adalah untuk mengendalikan paparan kontaminan udara dalam ruang dalam batas yang ditentukan atau sesuai dengan persyaratan yang berlaku (Cimbala and Heinshon, 2003).

Terdapat banyak informasi mengenai pengendalian dan penanggulangan pencemaran udara dalam ruang. Beberapa cara sebagai upaya pengendalian dan penanggulangan pencemaran udara di dalam ruangan. Salah satu hal terpenting untuk menjaga kualitas udara dalam ruang adalah keberadaan ventilasi pada bangunan, selain itu fungsi dan kinerja dari ventilasi pada bangunan harus berfungsi dengan baik. Karena, ventilasi pada bangunan rumah berfungsi mengalirkan udara segar dari luar ke dalam ruangan sehingga terjadi sirkulasi

udara sehat bagi para penghuni ruangan. Selain itu, keberadaan ventilasi pada bangunan rumah juga menjadi saluran keluarnya polusi udara di dalam ruangan. Tujuan utama dari terjadinya sirkulasi udara adalah menyediakan udara bersih yang rendah polusi dan menjaga suhu serta kelembaban yang nyaman bagi para penghuni ruangan. Sehingga, Keberadaan ventilasi menjadi sangat penting dan menjadi salah satu solusi terhadap perbaikan kualitas udara dalam ruang yang bisa berdampak kepada produktivitas dan kegiatan penghuninya (Cimbala and Heinshon, 2003).

2.10 Integrasi Keislaman

Di dalam agama islam mengajarkan tata cara beribadah dan berintraksi tidak hanya dengan *Allah subhanahu wa ta'ala* namun, agama islam juga mengajarkan tentang cara berintraksi dengan lingkungan sekitar salah satunya adalah udara. Udara merupakan salah satu faktor penting dalam kehidupan manusia, karena setiap makhluk hidup membutuhkan udara yang mengandung oksigen untuk bernafas. Oleh karena itu sebagai manusia harus bersyukur atas nikmat *Allah subhanahu wa ta'ala* dengan cara menjaganya. sebagaimana firman Allah SWT. di dalam Al-Qur'an Surat *Al-A'raf* ayat 56

وَلَا تُفْسِدُوا فِي الْأَرْضِ بَعْدَ إِصْلَاحِهَا وَادْعُوهُ خَوْفًا وَطَمَعًا إِنَّ رَحْمَتَ اللَّهِ قَرِيبٌ مِّنَ الْمُحْسِنِينَ

Artinya: “Dan janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah (diciptakan) dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat kepada orang - orang yang berbuat kebaikan”. (QS. Al-A'raf : 56)

Di dalam tafsir ibnu katsir menjelaskan mengenai ayat tersebut bahwa *Allah subhanahu wa ta'ala*. telah melarang kita untuk berbuat kerusakan di bumi dan hal-hal yang membahayakan kelestariannya sesudah diperbaiki. Karena sesungguhnya apabila terjadi kerusakan hal tersebut dapat membahayakan semua hamba *Allah subhanahu wa ta'ala* salah satunya adalah dapat membahayakan kesehatan. Sebagaimana sabda *Rasulullah shallallahu 'alaihi wa sallam*

تَنْظِفُوا بِكُلِّ مَا اسْتَطَعْتُمْ فَإِنَّ اللَّهَ تَعَالَى بَنَى الْإِسْلَامَ عَلَى النِّظَافَةِ وَلَنْ يَدْخُلَ الْجَنَّةَ إِلَّا كُلُّ نَظِيفٍ

Artinya: "Bersihkanlah segala sesuatu semampu kamu. Sesungguhnya Allah ta'ala membangun islam ini atas dasar kebersihan dan tidak akan masuk surga kecuali setiap yang bersih." (HR Ath-Thabrani).

Ath-Thabrani menjelaskan dari hadist diatas bahwa sebagai umat muslim yang beriman hendaknya kita selalu menjaga kebersihan dan kelestarian lingkungan sebagai wujud rasa syukur atas nikmat yang telah dikaruniakan oleh Allah subhanahu wa ta'ala. Oleh karena itu, sebagai umat muslim kita harus bersyukur atas nikmat sehat yang telah diberikan dengan menjaga kebersihan kelestarian lingkungan yang telah diciptakan oleh Allah subhanahu wa ta'ala.

2.11 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.4 Penelitian Terdahulu

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
1.	Bahri., Raharjo, Mursid., Suhartono. (2022)	Hubungan Kondisi Lingkungan Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Wilayah Kerja Puskesmas Jatibarang Kabupaten Indramayu	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara variabel suhu, kelembaban, intensitas cahaya dan angka kuamn. Karena, dari hasil uji statistik yang dilakukan didapatkan nilai $p < 0,05$, sehingga dari variabel tersebut dinyatakan memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia. Oleh karena itu, variabel tersebut menjadi faktor risiko terhadap kejadian pneumonia.
2.	Indah, Nusa., Suryani, Lilis., Rosalina, Santi. (2022)	Analisis Faktor Resiko Kejadian Pneumonia Pada Balita di Wilayah	Hasil analisis bivariat pada penelitian ini didapatkan hasil $p < 0,05$ pada variabel luas ventilasi, suhu, kelembaban, dan

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
		Kerja Puskesmas Sidorejo Kota Pagar Alam	pencahayaannya yang berarti pada variabel tersebut menunjukkan adanya hubungan antara pencahayaannya dengan kejadian pneumonia pada balita.
3.	Prihant, Gita Sekar., Widati, Karina Cahya., Yovi, Tesa. (2022)	The Effect of House Environmental Factors on the Incidence of Pneumonia in Toddlers	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat beberapa variabel yang memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia yaitu luas ventilasi, kepadatan hunian, suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Dari hasil uji statistik menunjukkan bahwa variabel tersebut didapatkan hasil $p < 0,05$. Sehingga dinyatakan terdapat hubungan signifikan dengan kejadian pneumonia. Kelima variabel tersebut berpengaruh karena memiliki nilai $p < 0,05$. Variabel intensitas cahaya merupakan variabel yang paling berpengaruh karena memiliki p tertinggi sebesar 0,001, pada urutan kedua variabel yang berpengaruh adalah variabel kelembaban dengan p sebesar 0,003, pada urutan ketiga variabel yang berpengaruh adalah variabel kepadatan hunian dengan p sebesar 0,019, pada urutan

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			keempat variabel paling berpengaruh adalah suhu dengan nilai p sebesar 0,0032
4.	Adaji, Enemona Emmanuel., Clifford, Micheal., Gibson, Jack., Breto, Magdelene Opaza., Phalkey Revati. (2020)	Association Between Specific Indoor Air Pollutants and Pneumonia Episodes in Children Under Five in Abuja, Nigeria: A Case control Study	Dalam penelitian ini untuk mengetahui hubungan antara polusi udara dalam ruang dengan kejadian pneumonia dapat menggunakan pendekatan kasus dan kontrol berdasarkan hasil analisis terhadap faktor risiko yang disebabkan oleh polusi udara dalam ruangan. Dalam penelitian ini balita dengan pneumonia disebut sebagai kasus, sedangkan balita yang tidak dengan pneumonia disebut sebagai kontrol. Setelah itu untuk mengetahui untuk mengetahui seberapa kuat hubungan antara paparan polusi udara dalam ruang dengan kejadian pneumonia dapat menggunakan uji statistik Chi Square.
5.	Sari, Andan Devina., Budiyo., Darudiati, Yusniar Hanani. (2019)	Hubungan antara Kualitas Udara dalam Ruang dengan Kejadian Pneumonia pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat variabel yang berhubungan dan variabel yang tidak berhubungan dengan kejadian pneumonia pada balita. Dari hasil uji statistik variabel yang mendapatkan nilai $p < 0,05$ dan dinyatakan ada

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
		Bandarharjo Kota Semarang	hubungan dengan kejadian pneumonia adalah variabel kelembaban, angka kuman, kebiasaan merokok di dalam rumah, dan penggunaan obat nyamuk bakar. Sedangkan untuk variabel suhu dan intensitas cahaya didapatkan nilai $p > 0,05$ sehingga dinyatakan tidak ada hubungan dengan kejadian pneumonia pada balita. Hal ini dapat terjadi karena wilayah kerja puskesmas merupakan daerah dataran rendah dengan suhu rata-rata yang dilaporkan oleh BMKG setempat sebesar 32,2°C - 32,8°C
6.	Adaji, Enemona Emmanuel., Ekazie, Winfred., Clifford, Micheal., Phalkey, Revati. (2019)	Understanding The Effect Of Indoor Air Pollution On Pneumonia In Children Under 5 In Low- And Middle-Income Countries: A Systematic Review Of Evidence	Kondisi dan pengaruh lingkungan merupakan faktor penting yang mempengaruhi kehidupan manusia dan perkembangbiakan mikroorganismenya. Unsur-unsur cuaca yang terdiri dari suhu, kelembaban, curah hujan menjadi salah satu faktor yang dapat mempengaruhi penyakit pneumonia. Dalam studi ini menunjukkan bahwa ada hubungan signifikan antara suhu, kelembaban, curah hujan yang dapat mempengaruhi terjadinya penyakit pneumonia. Kejadian

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			<p>pneumonia akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya curah hujan. Hal ini dapat terjadi karena curah hujan yang tinggi akan membuat rumah menjadi lembab sehingga kondisi rumah menjadi kurang baik dan menjadi salah satu faktor risiko terjadinya pneumonia. Namun, suhu tinggi berkepanjangan juga dapat mengakibatkan kelelahan serta gangguan daya tahan tubuh sehingga rentan terhadap infeksi penyakit. Hal ini menegaskan bahwa faktor individu dan faktor lingkungan memiliki kontribusi masing-masing dalam terjadinya kasus pneumonia. Sedangkan kondisi lingkungan dan kondisi individu di setiap tempat memiliki karakteristik yang berbeda-beda.</p>
7.	Samosir, Kholifah., Eustasia. (2019)	Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia di Wilayah Kerja Puskesmas Jatibarang Kabupaten Indramayu	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tidak ada hubungan statistik dengan kejadian pneumonia yang dihasilkan, dari analisis bivariat didapatkan hasil $p > 0,05$ pada parameter luas ventilasi, suhu, dan kelembaban udara dalam ruang rumah. Namun, pada parameter pencahayaan didapatkan hasil statistik sebesar $P = 0,02$ yang

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			berarti terdapat hubungan antara parameter pencahayaan dengan kejadian pnuemonia pada balita.
8.	Putri, Anindya Rizky. (2019)	Hubungan Kondisi Rumah Dengan Kejadian Ispa Di Desa Kotagajah Kecamatan Kotagajah Kabupaten Lampung Tengah	Ventilasi merupakan suatu hal yang harus diperhatikan dalam sebuah bangunan, karena ventilasi berperan dalam perbaikan kualitas udara dalam rumah. Luas ventilasi menjadi salah satu faktor lingkungan yang dapat menjadi faktor risiko penyakit ISPA hingga pneumonia. Hal tersebut dapat terjadi karena ventilasi berfungsi untuk menjamin kualitas dan kecukupan udara yang keluar dan masuk ke dalam ruangan. Di dalam Permenkes No. 1077 Tahun 2011 luas ventilasi rumah sehat minimal 10% dari luas lantai. Selain itu faktor yang dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruang adalah kepadatan hunian. Tingginya kepadatan hunian dapat meningkatkan suhu ruangan dan kadar CO ₂ . Oleh karena itu, rumah dengan kepadatan hunian tinggi dan ventilasi yang tidak memenuhi syarat menjadikan kualitas udara dalam ruang menjadi buruk dan

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			dapat menyebabkan gangguan kesehatan.
9.	Agustyana, Koni., Ginandjar, Praba., Saraswati, Lintang Dian., Hestiningih, Retno. (2019)	Hubungan Kondisi Fisik Rumah Dengan Kejadian Pneumonia Pada Balita Di Daerah Perkotaan (Studi Di Wilayah Kerja Puskesmas Bergas)	Suhu udara ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dapat meningkatkan risiko terjadinya pneumonia. Karena suhu yang tidak memenuhi syarat merupakan media yang baik bagi pertumbuhan mikroorganisme. Dalam penelitian ini balita yang hidup dirumah dengan suhu yang tidak memenuhi syarat berisiko 12,571 kali terkena penumonia. Suhu udara didaerah perkotaan cenderung lebih tinggi karena adanya aktifitas manusia seperti penggunaan bahan bakar fosil dan kegiatan industri yang dapat memicu perubahan iklim dan penurunan kualitas udara ambien.
10.	Rahmawati, Nur Firia. (2018)	Hubungan Sanitasi Rumah Dan Angka Kuman Udara Kamar Tidur Dengan Kasus Pneumonia Balita Di Kecamatan Kenjeran Surabaya	Angka kuman pada ruangan kamar tidur dirumah yang tidak memenuhi baku mutu memiliki potensi 15 kali lebih besar membuat paru-paru terkontaminasi dan menyebabkan pneumonia. Risiko terjadinya pneumonia dengan hasil pengukuran angka kuman yang melebihi batas menjadi faktor yang paling berpengaruh dalam kejadian

No.	Penulis	Judul	Hasil Penelitian
			pneumonia. Oleh karena itu, perlu adanya tindakan lebih lanjut bagi masyarakat untuk mencegah perkembangbiakan mikroorganismenya patogen di dalam rumah.

Sumber: Diambil dari berbagai sumber, 2023



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Rancangan Penelitian

Secara garis besar, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis seberapa besar faktor risiko kualitas udara dalam ruang terhadap gangguan kesehatan yang dalam hal ini adalah pneumonia berat pada balita. Jenis penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode kuantitatif dan kualitatif dengan pendekatan *case control* dan bersifat *observasional analitik* (Adiputra dkk., 2021). Pada penelitian ini kelompok balita yang mengalami pneumonia berat yang selanjutnya disebut kasus dibandingkan dengan kelompok balita yang tidak mengalami pneumonia yang selanjutnya disebut kontrol dengan perbandingan 1:1. Populasi dalam penelitian ini adalah balita dengan pneumonia berat yang tinggal di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya berdasarkan data Puskesmas tahun 2020. Jumlah sampel pengambilan data kualitas udara dalam ruang ditentukan dengan menggunakan teknik *purposive random sampling* dan perhitungan menggunakan rumus sampel minimum (Sugiyono, 2013).

Dalam menentukan sampel untuk pengambilan data kualitas udara dalam ruang, peneliti telah menetapkan kriteria yaitu rumah yang hanya menggunakan ventilasi alami sebagai sarana sirkulasi udara dan balita dengan status pneumonia berat yang berusia 12-59 bulan (Puskesmas Tambak Wedi, 2020). Kriteria data yang telah ditentukan dibagi menjadi dua yaitu data primer dan data sekunder. Hasil pengukuran dan pengamatan digunakan sebagai data primer. Dokumentasi dan data dari instansi terkait digunakan sebagai data sekunder (Sugiyono, 2013). Analisis data yang diperoleh dilakukan dengan analisis bivariat (Chi Square) dengan bantuan program komputer *Statistical Program For Social Science (SPSS 26)* (Trimawartinah, 2020).

3.2 Waktu Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini dilakukan selama 5 bulan yaitu pada bulan Maret 2023 – Juli 2023. Penelitian ini meliputi beberapa tahapan yang menyesuaikan dengan waktu penelitian. Tahapan dari penelitian ini diantaranya adalah tahap persiapan, tahap pelaksanaan penelitian, tahap pengambilan data

yang dilakukan pada tanggal 11 April 2023 dan analisis data, tahap penyusunan laporan, dan tahap perbaikan laporan akhir.

Tabel 3.1 Pelaksanaan Penelitian

No.	Kegiatan	Maret				April				Mei				Juni			
		I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV
1	Survei Lokasi dan Perizinan Penelitian		■	■													
2	Studi Literatur		■	■	■	■	■	■									
3	Pengumpulan Data		■	■	■	■	■	■									
4	Analisis dan Pengolahan Data					■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
5	Penyusunan Laporan Penelitian		■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

Sumber: Hasil Analisis, 2023

3.3 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini berada di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya yang beralamat di JL. Tambak Wedi, Kec. Kenjeran, Kota SBY, Jawa Timur 60126. Gambar lokasi penelitian dapat dilihat pada **Gambar 3.1 – 3.2** dibawah ini

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A

112°45'0"E 112°45'30"E 112°46'0"E 112°46'30"E 112°47'0"E 112°47'30"E

7°12'0"S

7°12'30"S

7°13'0"S

7°13'30"S

7°14'0"S

7°12'0"S

7°12'30"S

7°13'0"S

7°13'30"S

7°14'0"S

112°45'0"E 112°45'30"E 112°46'0"E 112°46'30"E 112°47'0"E 112°47'30"E

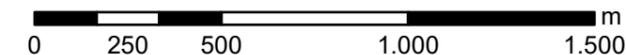


UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA



Skala : 1:18.932



JUDUL GAMBAR :

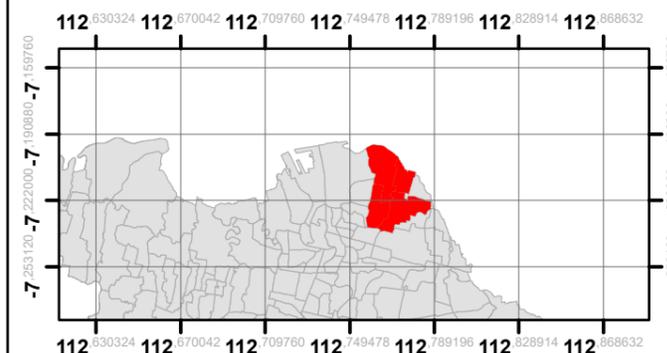
PETA LOKASI PENELITIAN

LEGENDA

-  JALAN
-  LOKASI PENELITIAN
-  KELURAHAN TANAH KALI KEDINDING
-  KELURAHAN BULAK BANTENG
-  KELURAHAN SIDOTOPO WETAN
-  KELURAHAN TAMBAK WEDI
-  KOTA SURABAYA

SUMBER DATA :

GOOGLE EARTH TAHUN 2022



112°46'0"E

112°46'30"E

112°47'0"E



7°12'30"S

7°12'30"S

7°13'0"S

7°13'0"S

112°46'0"E

112°46'30"E

112°47'0"E



UIN SUNAN AMPEL
SURABAYA

PRODI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL
SURABAYA



Skala :1:7.573



JUDUL GAMBAR :

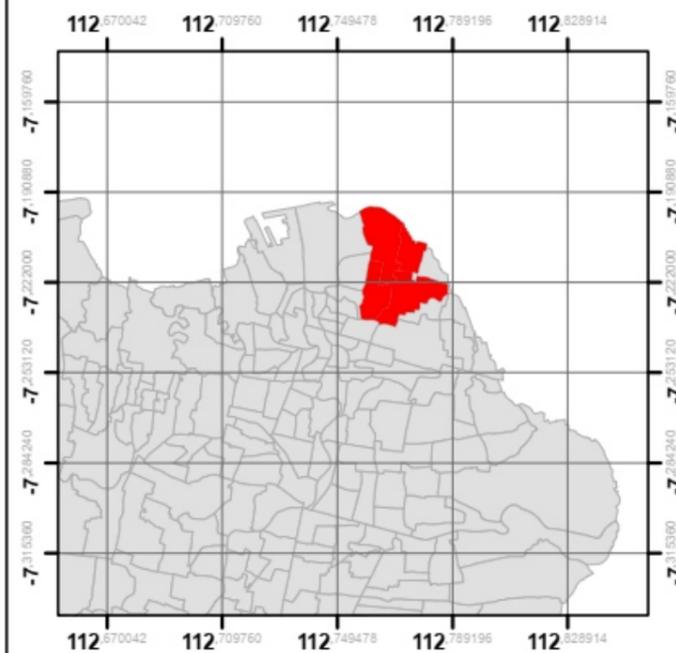
PETA SITUASI LOKASI PENELITIAN

LEGENDA

 LOKASI PENELITIAN

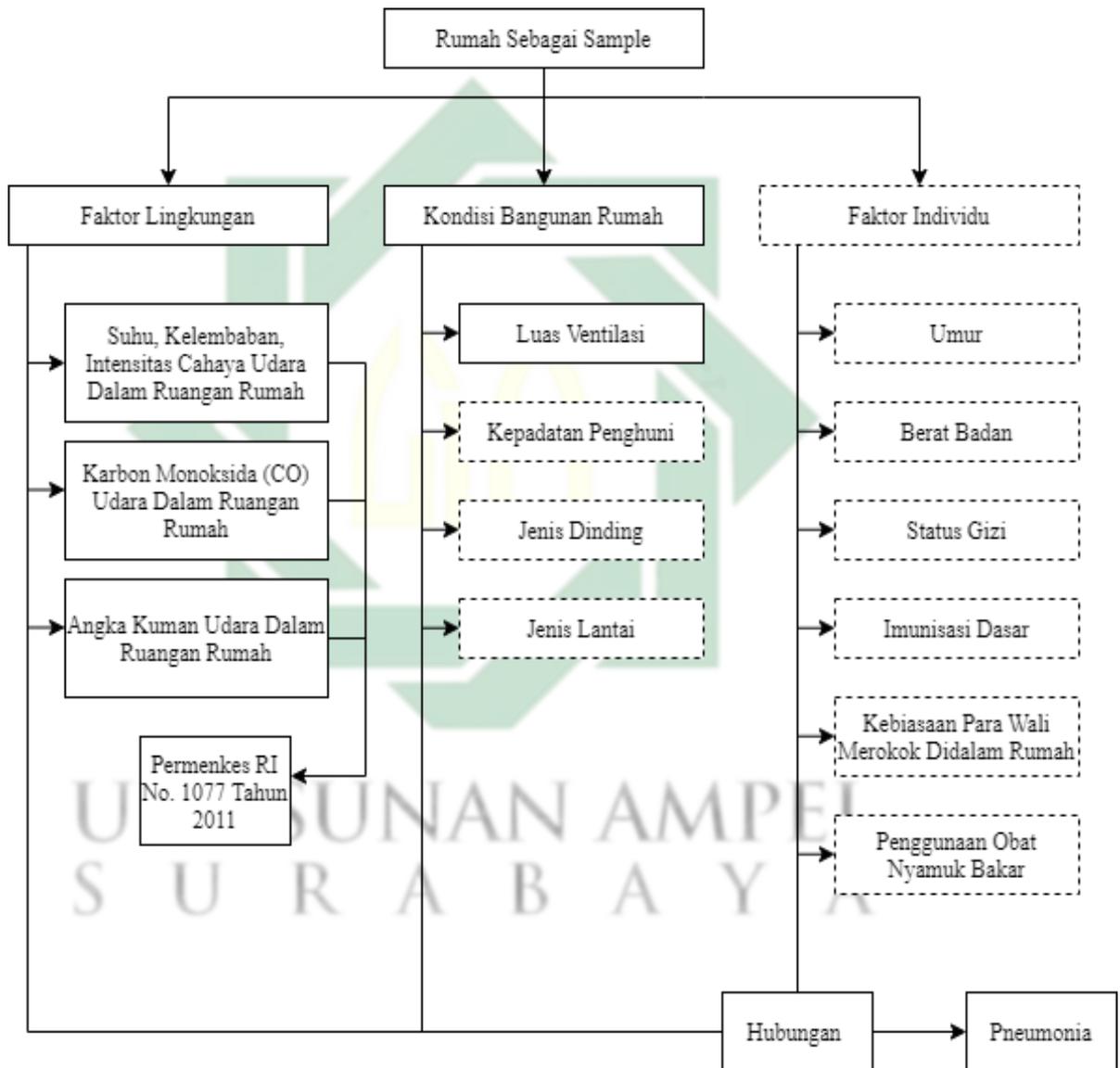
SUMBER DATA :

GOOGLE EARTH TAHUN 2022



3.4 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka penelitian pada penelitian ini rencananya digunakan sebagai acuan penelitian yang dilakukan berdasarkan rumusan dan gagasan agar penelitian ini lebih terstruktur. Dalam penelitian ini dibuat kerangka konseptual dan disusun secara komprehensif yang dapat dilihat pada **Gambar 3.3** berikut ini



Gambar 3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Sumber: Hasil Analisis, 2023

*Keterangan:

———— : Diteliti

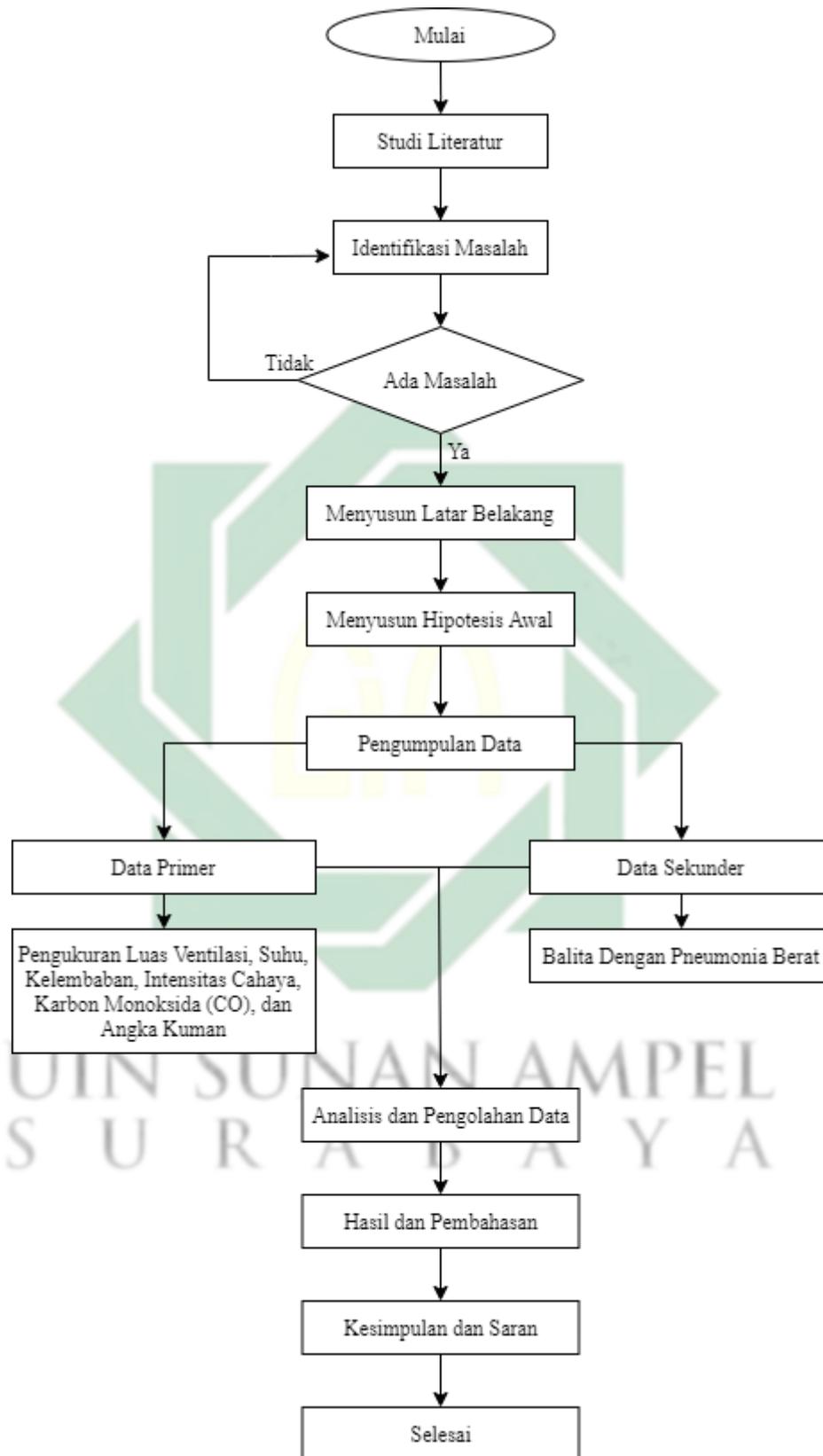
----- : Tidak Diteliti

Pada **Gambar 3.3** diatas dijelaskan bahwa terjadinya gangguan kesehatan yaitu pneumonia pada balita dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah faktor lingkungan, faktor bangunan rumah, dan faktor individu balita. Namun, faktor yang ditelit pada penelitian ini adalah faktor bangunan rumah dan faktor lingkungan dengan parameter yang diukur yaitu luas ventilasi, suhu, kelembaban intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruang yang nantinya disesuaikan dengan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011 Tentang Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah. Setelah itu, data yang diperoleh dari pengukuran dan telah disesuaikan, selanjutnya dilakukan analisis data untuk mengetahui hubungan dan seberapa besar faktor risiko yang disebabkan oleh pencemaran udara dalam ruang terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia pada balita.

3.5 Tahap Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan meliputi beberapa tahapan sebagai berikut: tahap persiapan, tahap pelaksanaan, tahap pengolahan data, dan tahap penyusunan laporan. Berikut diagram dari tahapan penelitian yang dilakukan dapat dilihat pada **Gambar 3.4** berikut ini.

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



Gambar 3.4 Bagan Alir Tahap Penelitian

3.5.1 Tahap Persiapan

Tahap persiapan adalah tahap sebelum dilakukannya penelitian. Tahap ini merupakan tahap pertama untuk mengumpulkan studi literatur terkait dan mendukung tema penelitian yang dilakukan serta menentukan metode penelitian yang digunakan. Kemudian pada tahap ini dilakukan observasi awal di lokasi penelitian serta pengurusan perizinan administrasi bagi instansi dan pihak terkait.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan

a. Metode Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer merupakan jenis data yang diperoleh dengan cara pengukuran dan obeservasi langsung ke lokasi penelitian. Data sekunder merupakan jenis data yang diperoleh dari pihak kedua yang berisi informasi berupa dokumen maupun laporan (Sugiyono, 2013). Berikut adalah data primer dan data sekunder pada penelitian ini:

1) Data Primer

Tabel 3.2 Data Primer

Parameter	Variabel	Alat Pengambilan Data	Sumber
Fisik Bangunan	Luas Ventilasi	Meteran Ukur	SNI 03-6572-2001
Fisik Udara	Suhu	<i>Thermometer</i>	SNI 16-7061-2004
	Kelembaban	<i>Humidity Meter</i>	SNI 16-7061-2004
	Intensitas Cahaya	<i>Lux Meter</i>	SNI 7062-2019
Kimia Udara	CO	<i>CO Analyzer</i>	SNI 7119.10-2011
Biologi Udara	Angka Kuman	Media Agar	Modul Praktikum Univ. Udayana

2) Data Sekunder

Tabel 3.3 Data Sekunder

Data	Cara Pengambilan	Sumber
Balita Dengan Pneumonia Berat	Wawancara	Data Puskesmas Tambak Wedi Kota Surabaya Tahun 2020

b. Teknik Pengambilan Sampel

Data penelitian diperoleh dengan mengambil sampel langsung di lokasi penelitian. Sampel kualitas udara dalam ruang diambil pada rumah hunian masyarakat yang memiliki gangguan kesehatan yaitu pneumonia pada balita dan hunian masyarakat dengan balita yang tidak mengalami pneumonia dengan kriteria rumah yang ditetapkan yaitu rumah yang hanya menggunakan ventilasi alami sebagai sarana sirkulasi udara dan balita dengan status pneumonia berat yang berusia 12-59 bulan. Dalam pengambilan sampel di rumah hunian masyarakat, dikarenakan berdasarkan observasi rumah hunian masyarakat memiliki kepadatan hunian yang tinggi dan ventilasi yang buruk sehingga dapat mempengaruhi kualitas udara dalam ruangan. Untuk pengambilan sampel dilakukan berdasarkan asumsi bahwa balita lebih banyak menghabiskan waktu di dalam kamar sehingga titik pengambilan sampel dilakukan pada satu titik yaitu di dalam kamar balita sebagai pengambilan data primer (F. N. Rahmawati, 2018). Pengambilan sampel kualitas udara dalam ruang dilakukan dengan menggunakan alat dan media yang telah disiapkan sebelumnya. Sampel data kualitas udara dalam ruang yang diambil adalah luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO) dan angka kuman di udara pada ruang.



PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
SUNAN AMPEL SURABAYA

TUGAS AKHIR

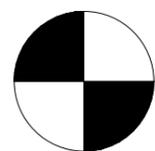
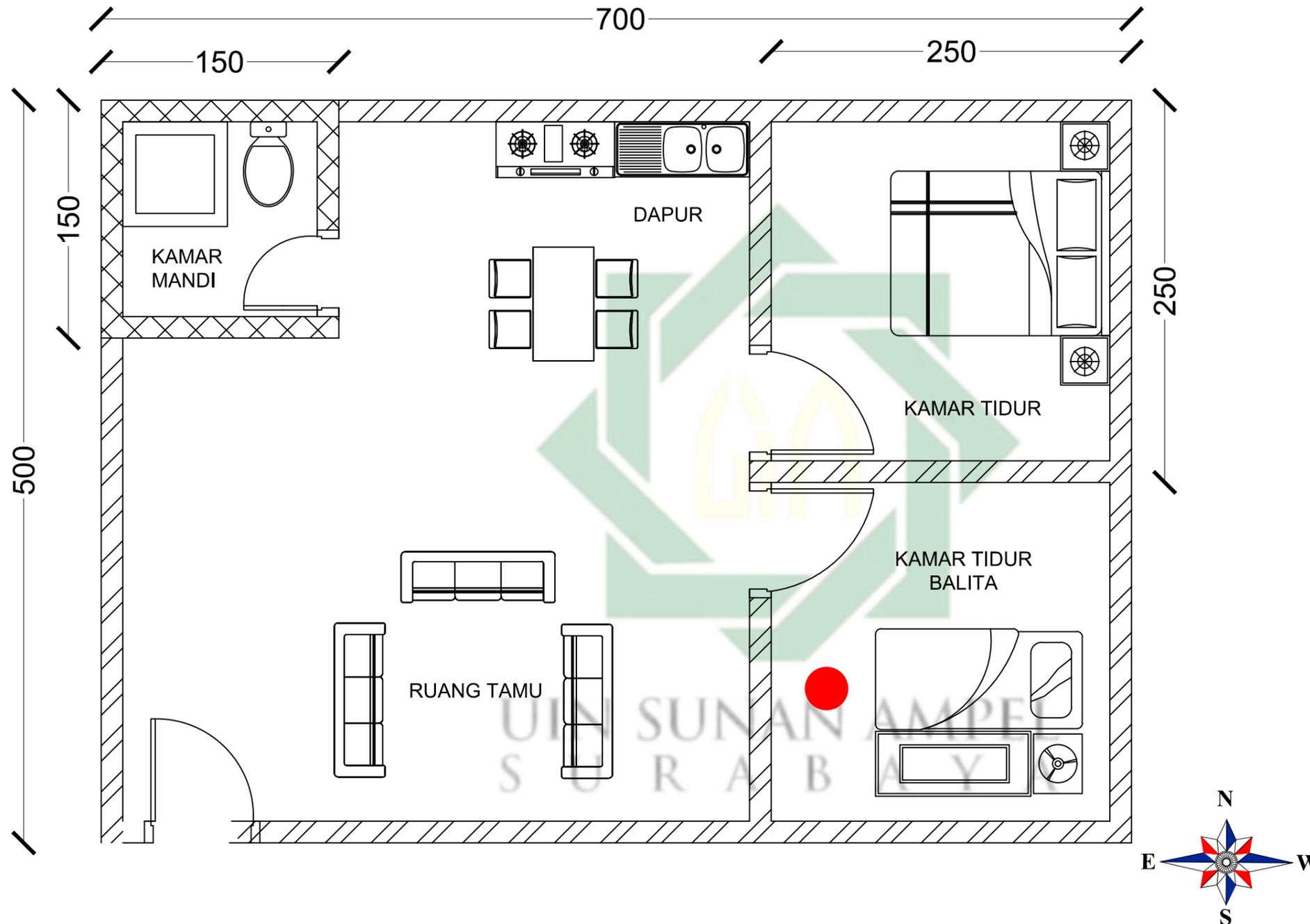
Judul Gambar :

TITIK PENGAMBILAN
SAMPEL KUALITAS
UDARA DALAM RUANG

Keterangan :

 Titik Pengambilan
Sample

Nama Mahasiswa	Nomor Induk
Syahrul Romadoni	H95219055
Skala Gambar	Nomor Gambar
1 : 30	3
Tanggal Digambar	Tanggal Diperiksa
22 Februari 2023	22 Februari 2023
Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
Widya Nilandita, M.KL	Sarita Oktorina, M.Kes.



GAMBAR 3.5 TITIK PENGAMBILAN SAMPEL KUALITAS UDARA DALAM RUANG
SKALA 1 : 30

1) Penentuan Jumlah Sampel

Jumlah sampel sebagai wakil populasi dalam penelitian ini ditentukan dengan rumus slovin (Sugiyono, 2013).

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$

Keterangan:

n = ukuran sampel

N = ukuran populasi

e = nilai kritis 10%

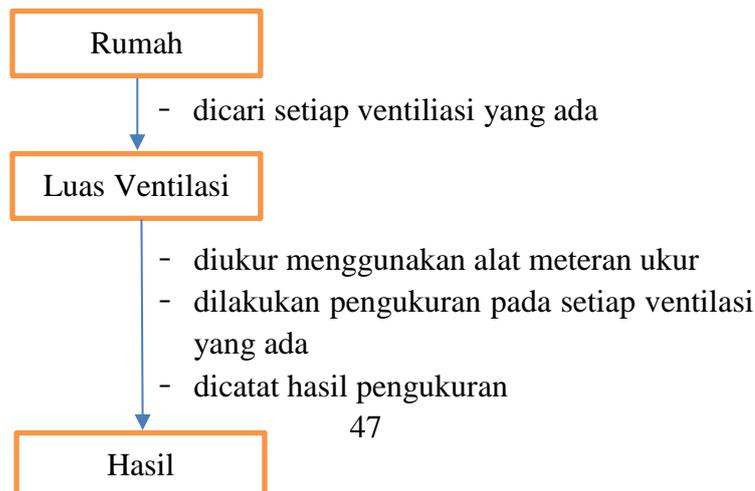
Populasi sampel penelitian ini adalah balita dengan pneumonia berat berdasarkan data puskesmas tahun 2020. Berdasarkan rumus diatas maka, populasi yang dijadikan sampel yaitu sebesar:

$$n = \frac{N}{1 + N (e)^2}$$
$$n = \frac{132}{1 + 132 (10\%)^2}$$
$$n = 56,9 \rightarrow 60$$

Berdasarkan hasil perhitungan didapatkan jumlah sampel sebesar 60 sebagai perwakilan dari populasi. Sehingga, sebesar 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol.

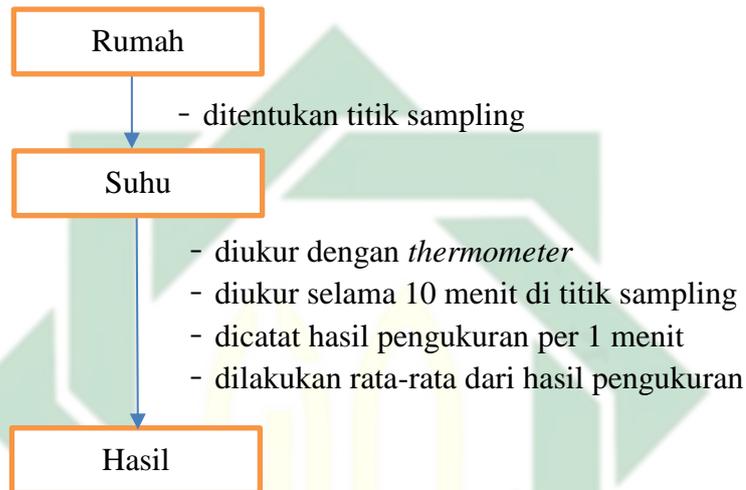
2) Pengukuran Luas Ventilasi

Pengukuran luas ventilasi berdasarkan SNI 03-6572-2001 Tentang Sistem Ventilasi dan Pengkondisian Udara Pada Bangunan Gedung. Pengukuran luas ventilasi menggunakan alat meteran ukur. Berikut adalah sekema dan langkah-langkah kerja pengukuran luas ventilasi dapat dilihat dibawah ini



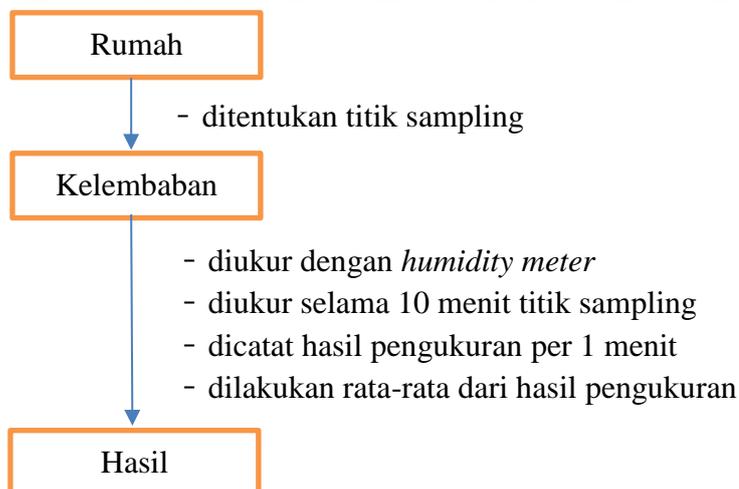
3) Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu berdasarkan SNI 16-7061-2004 Tentang Pengukuran Iklim Kerja (Panas) Dengan Parameter Indeks Suhu Basah Dan Bola. Suhu udara di dalam ruang diukur dengan menggunakan alat *thermometer*. Berikut adalah langkah-langkah pengukuran suhu udara di dalam ruangan dapat dilihat pada skema di bawah ini.



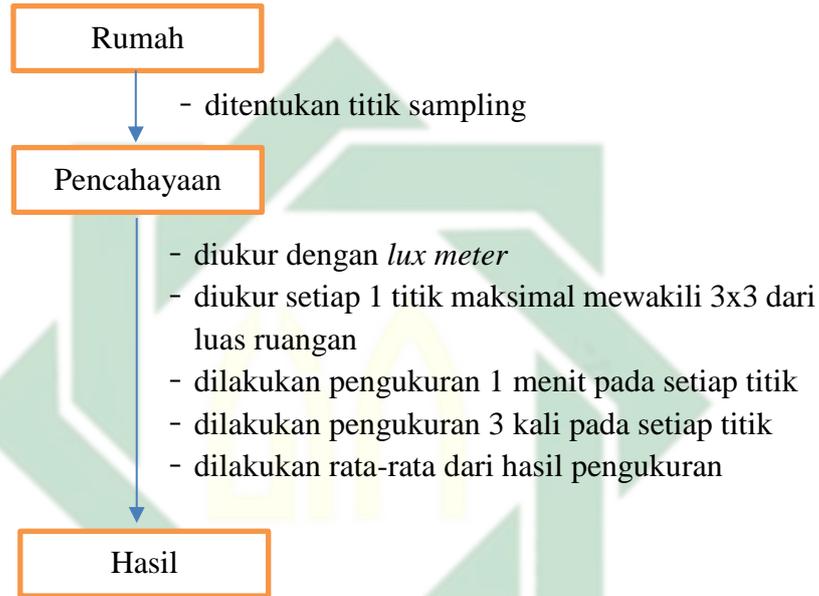
4) Pengukuran Kelembaban

Pengukuran kelembaban berdasarkan SNI 16-7061-2004 Tentang Pengukuran Iklim Kerja (Panas) Dengan Parameter Indeks Suhu Basah Dan Bola. Kelembaban udara di dalam ruang diukur dengan alat *humidity meter*. Berikut adalah langkah-langkah pengukuran kelembaban udara di dalam ruangan dapat dilihat pada skema di bawah ini.



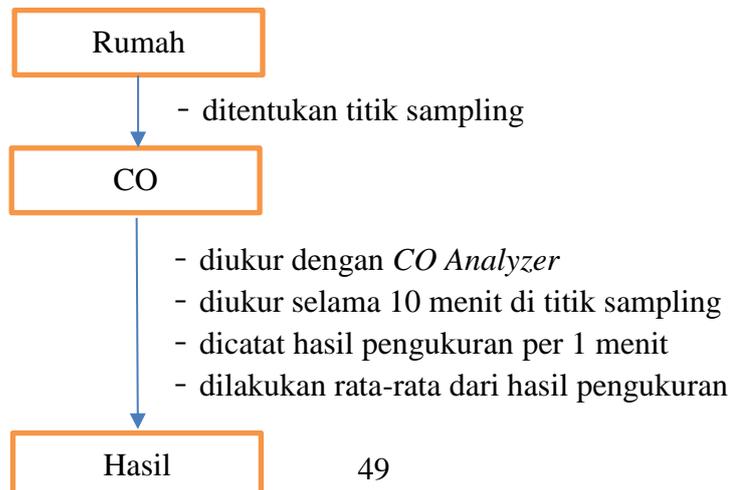
5) Pengukuran Intensitas Cahaya

Pengukuran Intensitas Cahaya berdasarkan SNI 7062-2019 Tentang Pengukuran Intensitas Pencahayaan di Tempat Kerja. Intensitas cahaya di dalam ruang diukur dengan alat *lux meter*. Berikut adalah langkah-langkah pengukuran intensitas cahaya di dalam ruangan dapat dilihat pada skema di bawah ini.



6) Pengukuran Karbon Monoksida (CO)

Pengukuran Karbon Monoksida (CO) berdasarkan SNI 7119.10-2011 Tentang Cara uji kadar karbon monoksida (CO) menggunakan metode *Non Dispersive Infra Red* (NDIR). Karbon monoksida (CO) di dalam ruang diukur dengan alat *CO Analyzer*. Berikut adalah langkah-langkah pengukuran karbon monoksida (CO) di dalam ruangan dapat dilihat pada skema di bawah ini.



7) Pembuatan Media Agar

Sebelum sampel angka kuman diambil, maka perlu disiapkan alat dan bahan yang digunakan untuk membuat media agar sebagai media pengambilan sampel angka kuman sebagai berikut:

a) Alat-Alat Yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan untuk membuat media agar sebagai media pengambilan sampel angka kuman antara lain yaitu: cawan petri, erlenmeyer, gelas beaker, gelas ukur, hot plate, neraca analitik, bunsen, spatula, batang pengaduk, autoclave, laminar air flow, dan colony counter.

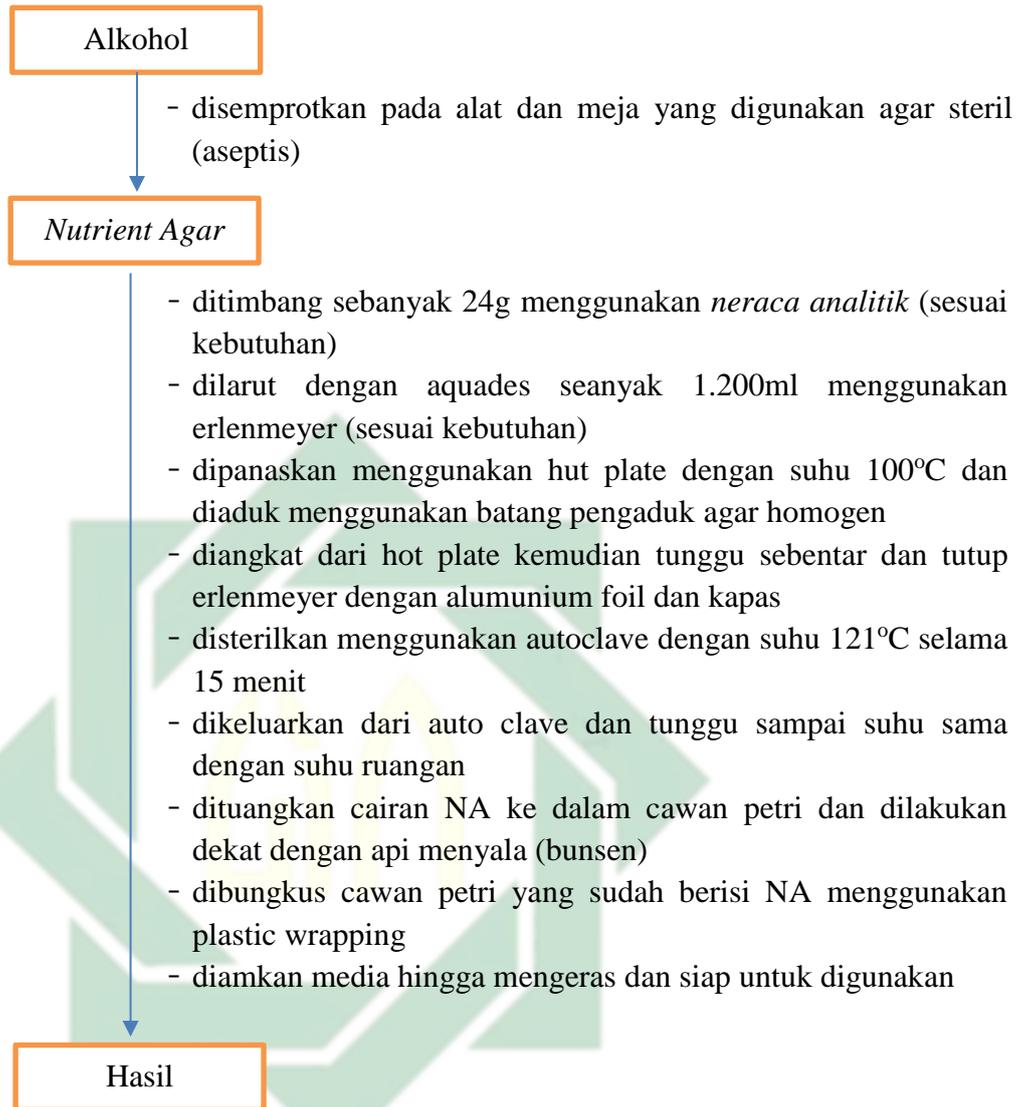
b) Bahan-Bahan Yang Digunakan

Untuk membuat media agar sebagai media pengambilan sampel angka kuman bahan-bahan yang digunakan antara lain yaitu: Nutrient Agar (NA), plastik wrapp, aquades, alkohol, aluminium foil, dan kertas bekas.

c) Pembuatan Media Agar

Media agar digunakan sebagai media perkembangbiakan koloni bakteri sehingga dapat dilihat dan dihitung. Berikut merupakan skema dan langkah-langkah pembuatan media agar dapat dilihat dibawah ini

UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A



d) Pengambilan Angka Kuman

Metode yang digunakan untuk mengambil sampel angka kuman adalah metode pasif exposure plate (setting plate) dengan cara kotak langsung dengan udara (Ifunanya Ohagim et al., 2017). Media agar ditempatkan pada titik pengambilan sampel angka kuman selama 1 jam (dapat dilihat pada **Gambar 3.5**). Setelah pengambilan sampel angka kuman yang dilakukan selesai, maka media ditelakkan di dalam cool box dengan dilengkapi ice pack untuk dibawa ke laboratorium. Setelah itu, media diinkubasi selama 48 jam dengan menggunakan inkubator bersuhu 37°C. Setelah diinkubasi koloni bakteri yang terbentuk dihitung menggunakan colony counter.

3.6 Analisis Data

Tahap analisis data pada penelitian ini diawali dengan mengelompokkan data primer yang telah diperoleh sesuai dengan kategorinya masing-masing. Data primer yang telah didapatkan seperti luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO) disesuaikan dengan persyaratan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011. Untuk data sampel angka kuman yang telah didapatkan sebelumnya dihitung kembali menggunakan persamaan (Sukmawaty dkk., 2017).

Jumlah Angka Kuman (CFU/m³) =

Konversi: 1 koloni CFU/m³ = 35,32 CFU/m³

$X = \frac{\sum fx}{\sum f}$

$\sum y = \text{CFU/m}^3 \times X$

X = Hasil rata-rata pada koloni

$\sum fx$ = Jumlah koloni dalam cawan petri

$\sum f$ = Banyaknya cawan petri

$\sum y$ = Jumlah koloni dalam ruangan (CFU/m³)

Hasil perhitungan persamaan dengan bantuan *software excel* akan diperoleh data mengenai angka kuman di udara dalam ruangan yang selanjutnya disesuaikan dengan persyaratan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011.

Setelah semua data primer telah disesuaikan dengan persyaratan yang diatur dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011 selanjutnya dilakukan analisis data. Analisis data yang digunakan pada penelitian kali ini adalah analisis bivariat yang merupakan salah satu dari uji statistik yang bertujuan untuk mengetahui hubungan dan seberapa besar faktor risiko dari dua variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat (Hardani, 2020). Pada penelitian kali ini variabel bebas yang diukur yaitu luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman yang akan diuji apakah terdapat hubungan dan seberapa besar faktor risiko terhadap variabel terikat yaitu gangguan kesehatan yang dalam hal ini adalah pneumonia pada balita di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.

Menurut Hardani dkk (2020) uji statistik dibagi menjadi dua yaitu uji statistik parametrik dan uji statistik non parametrik. Uji statistik parametrik dapat digunakan pada data-data yang berdistribusi normal, jenis data yang biasanya digunakan adalah jenis interval atau rasio. Sedangkan uji statistik non parametrik dapat digunakan pada data-data yang berdistribusi normal maupun tidak normal serta tidak mensyaratkan sebaran populasi sampelnya, jenis data yang biasanya digunakan adalah jenis ordinal atau nominal. Untuk mengetahui jenis metode uji statistik yang digunakan untuk menganalisis data pada penelitian ini dapat dilihat pada jenis skala data pada setiap variabel sebagai berikut:

Tabel 3.4 Jenis Skala Data

No.	Variabel	Jenis Variabel	Kategori	Skala Data
1	Luas Ventilasi	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi syarat 2. Tidak memenuhi syarat	Nominal
2	Suhu	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi baku mutu 2. Tidak memenuhi baku mutu	Nominal
3	Kelembaban	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi baku mutu 2. Tidak memenuhi baku mutu	Nominal
4	Intensitas Cahaya	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi baku mutu 2. Tidak memenuhi baku mutu	Nominal
5	Karbon Monoksida (CO)	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi baku mutu 2. Tidak memenuhi baku mutu	Nominal
6	Angka Kuman	Bebas	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Memenuhi baku mutu 2. Tidak memenuhi baku mutu	Nominal

No.	Variabel	Jenis Variabel	Kategori	Skala Data
7	Pneumonia Pada Balita	Terikat	Dinyatakan menjadi 2 kategori: 1. Ya 2. Tidak	Nominal

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan tabel diatas dapat diketahui bahwa data hasil pengukuran luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman yang didapatkan berupa jenis data nominal, dan untuk gangguan kesehatan yaitu pneumonia pada balita termasuk jenis data yang sama yaitu nominal. Oleh karena itu, berdasarkan jenis skala data yang didapatkan dari penelitian ini, maka metode uji statistik non parametrik Chi Square digunakan untuk menganalisi data yang didapatkan dengan bantuan program komputer *Statistical Program For Social Science (SPSS 26)* Menurut Trimawartinah (2020) Uji statistik Chi Square merupakan salah satu uji komparatif non parametrik yang dapat digunakan pada dua variabel yang bertujuan untuk mengetahui hubungan antara dua variabel dan mengukur kekuatan hubungan antara keduanya. Berikut rumus perhitungan uji statistik Chi Square:

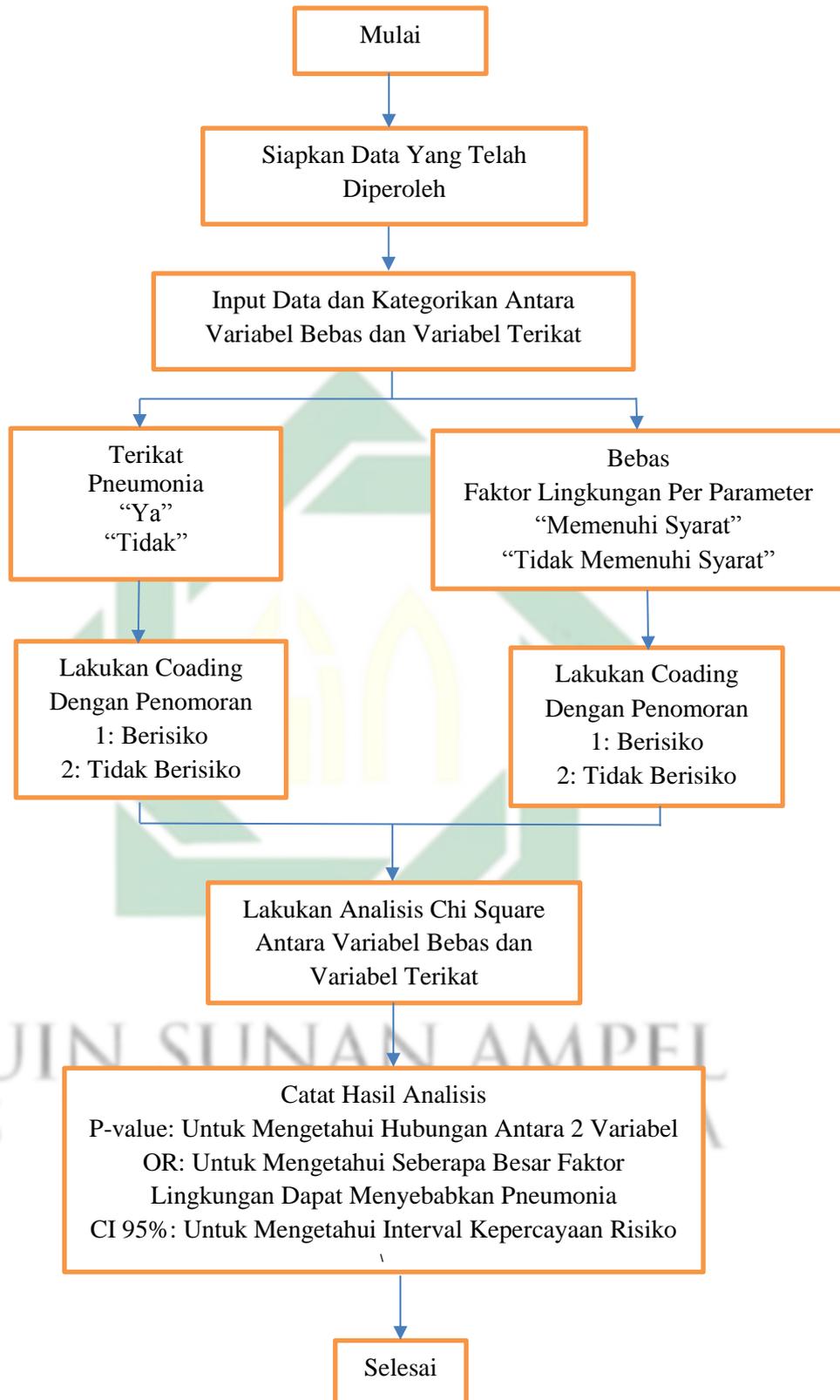
Hipotesis :

H0: Luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruang berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pnumonia.

H1: Luas ventilasi, suhu, kelembaban, intensitas cahaya, karbon monoksida (CO), dan angka kuman di udara dalam ruang tidak berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pnumonia.

Pengambilan keputusan dari hipotesis berdasarkan nilai probabilitas:

1. Jika nilai p (Significan) < 0,05 maka H0 diterima
2. Jika nilai p (Significan) > 0,05 maka H1 diterima



Gambar 3.6 Bagan Alir Penggunaan SPSS

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gambaran Umum Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya

Kelurahan Tambak Wedi merupakan Kelurahan yang terletak di pesisir timur Kota Surabaya yang tepatnya berada di Kecamatan Kenjeran, Kota Surabaya. Kelurahan Tambak Wedi berada di wilayah administrasi Kecamatan Kenjeran dengan luas wilayah keseluruhan sebesar 97,618 Ha dan memiliki jumlah penduduk sebanyak 19.545 jiwa (Profil Kelurahan Tambak Wedi Tahun 2022). Luas lahan kelurahan Tambak Wedi dimanfaatkan oleh masyarakat menjadi pemukiman, persawahan, makam, taman, perkantoran, dan fasilitas umum lainnya yang tersebar di kawasan kelurahan tersebut.

Tabel 4.1 Penggunaan Lahan

Penggunaan Lahan	Luas (Ha)
Pemukiman	72,388
Persawahan	2
Makam	1,25
Taman	0,2
Perkantoran	0,3
Fasilitas Umum	20,58
Jumlah	97,618

Sumber: Profil Kelurahan Tambak Wedi, 2022

Kelurahan Tambak Wedi pada umumnya merupakan daerah dataran rendah yang berdekatan dengan pantai yang membujur dari Utara ke Selatan yang berbatasan dengan Selat Madura sehingga keadaan dan kondisi wilayah di Kelurahan Tambak Wedi banyak dipengaruhi oleh angin laut seperti iklim, suhu udara, serta keadaan dan kondisi geografisnya.

Wilayah Kelurahan Tambak Wedi merupakan wilayah pinggir yang dapat dibayangkan cukup rapi, namun tidak dapat dikatakan bersih secara menyeluruh, karena pada wilayah tersebut masih terdapat cukup banyak sampah berserakan dan selokan yang berwarna hitam serta terkadang menyebabkan banyak lalat dan berbau tidak sedap. Kelurahan Tambak Wedi merupakan wilayah pemukiman padat penduduk, banyak gang-gang rumah yang sempit dan rumah yang tidak memiliki ventilasi udara yang cukup. Sehingga, kondisi dari wilayah tersebut menyebabkan turunnya kualitas lingkungan yang dapat memicu pertumbuhan kuman, bakteri, dan virus berkembang biak dengan cepat yang

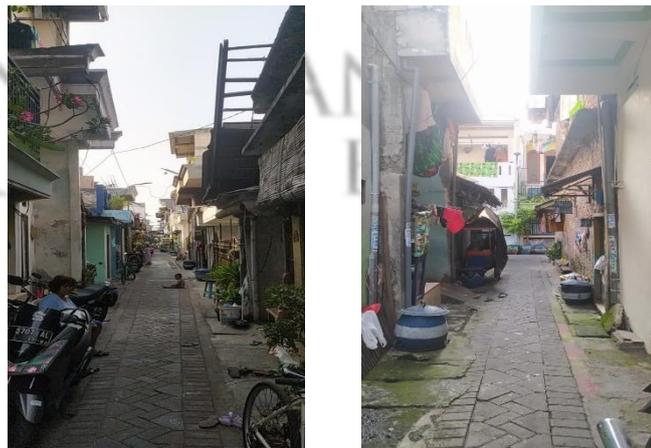
dapat mengganggu kesehatan para penduduk Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya.



Gambar 4.1 Kondisi Sampah di Lingkungan Sekitar



Gambar 4.2 Kondisi Drainase di Lingkungan Sekitar



Gambar 4.3 Kondisi Perkampungan di Lingkungan Sekitar

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

4.2 Hasil Pengukuran Kualitas Udara di Dalam Ruangan

4.2.1 Luas Ventilasi

Dari hasil pengukuran luas ventilasi rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.1** dan **Lampiran A.2** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.2** dibawah ini:

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Luas Ventilasi

Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Luas Ventilasi					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	22	73,3	12	40	>10% Luas Lantai
Memenuhi Baku Mutu	8	26,7	18	60	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran luas ventilasi pada tabel diatas dapat diketahui bahwa luas ventilasi rumah responden sebagai kasus sebanyak 22 rumah tidak memenuhi persyaratan dan sebanyak 8 rumah memenuhi persyaratan. Sedangkan luas ventilasi rumah responden sebagai kontrol sebanyak 12 rumah tidak memenuhi persyaratan dan sebanyak 18 rumah memenuhi persyaratan. Persyaratan luas ventilasi berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu lebih dari 10% dari luas lantai.

Dari total keseluruhan rumah responden dapat diketahui bahwa sebanyak 34 rumah responden memiliki luas ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan, sedangkan sebanyak 26 rumah reponden memiliki luas ventilasi yang memenuhi persyaratan. Ventilasi merupakan suatu hal yang sangat penting bagi suatu bangunan, karena ventilasi berperan sebagai sarana sirkulasi udara keluar dan masuk suatu ruangan. Ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan menjadi hal utama dari keluhan mengenai pencemaran udara di dalam ruangan. Bangunan yang memiliki ventilasi tidak memenuhi syarat dapat berdampak bagi kesehatan para penguninya. Penghuni ruangan akan semakin rentan tekontaminasi oleh permasalahan

kualitas udara dalam ruangan. Kualitas udara dalam ruang sering kali disebabkan oleh lebih dari satu kondisi yang saling mempengaruhi (Dewi dkk., 2021).

Fakta yang ditemukan pada saat observasi dan pengukuran di lapangan, masih cukup banyak bangunan rumah para responden yang tidak memenuhi persyaratan, masih banyak bangunan rumah yang memiliki luas ventilasi kurang dari 10% dari luas lantai bangunan, dan ditemukan juga kebiasaan masyarakat yang selalu menutup ventilasi dari pagi sehingga ventilasi tidak berfungsi dengan baik dan dapat menyebabkan sirkulasi udara di dalam ruangan menjadi tidak maksimal. Menurut Aristatia & Yulyani (2021) bangunan rumah yang memiliki ventilasi yang tidak berfungsi dengan baik dapat mengakibatkan kekurangan oksigen, meningkatnya konsentrasi CO₂, dan adanya bahan organik beracun yang mengendap di dalam ruangan. Menurut Falah dkk (2023) menyatakan bahwa ventilasi yang tidak berfungsi dengan baik dapat menyebabkan kualitas udara di dalam ruangan menjadi buruk, karena terjadi peningkatan polusi udara dan mikroorganisme penyebab penyakit di dalam ruangan. Hal tersebut dapat membahayakan kesehatan bagi para penguninya terutama balita yang rentan terhadap penyakit yang disebabkan oleh mikroorganisme sehingga risiko terjadinya gangguan kesehatan semakin meningkat.



Gambar 4.4 Kondisi Ventilasi Rumah Para Responden
Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023



Gambar 4.5 Kondisi Ventilasi Kamar Tidur Para Responden

Sumber: Dokumentasi Pribadi, 2023

Menurut Aristatia & Yulyani (2021) ventilasi bangunan rumah yang baik harus memenuhi syarat sebagai berikut: luas lubang ventilasi $>10\%$ dari luas lantai rumah, lingkungan sekitar tidak tercemar polusi, diusahakan aliran udara ventilasi menyilang, dan kelembaban udara stabil. Ventilasi yang memenuhi persyaratan dapat mencegah pertumbuhan mikroorganisme patogen di udara dalam ruangan. Pada pagi hari usahakan semua ventilasi pada bangunan rumah dalam kondisi terbuka agar terjadi sirkulasi udara segar. Oleh karena itu luas ventilasi yang memenuhi persyaratan dan berfungsi dengan baik dapat menyebabkan pencahayaan ruangan juga baik, demikian pula pencahayaan dan ventilasi dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban di dalam ruangan. Sehingga, apabila salah satu faktor tersebut tidak memenuhi persyaratan, maka pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen juga dapat meningkat (Posmaningsih, 2019). Sehingga keberadaan ventilasi pada suatu bangunan rumah sangat perlu untuk diperhatikan, karena ventilasi berfungsi untuk menjaga udara di dalam ruangan tetap segar dan dapat membebaskan dari mikroorganisme patogen yang dapat mengganggu kesehatan (Romadhan S dkk., 2019).

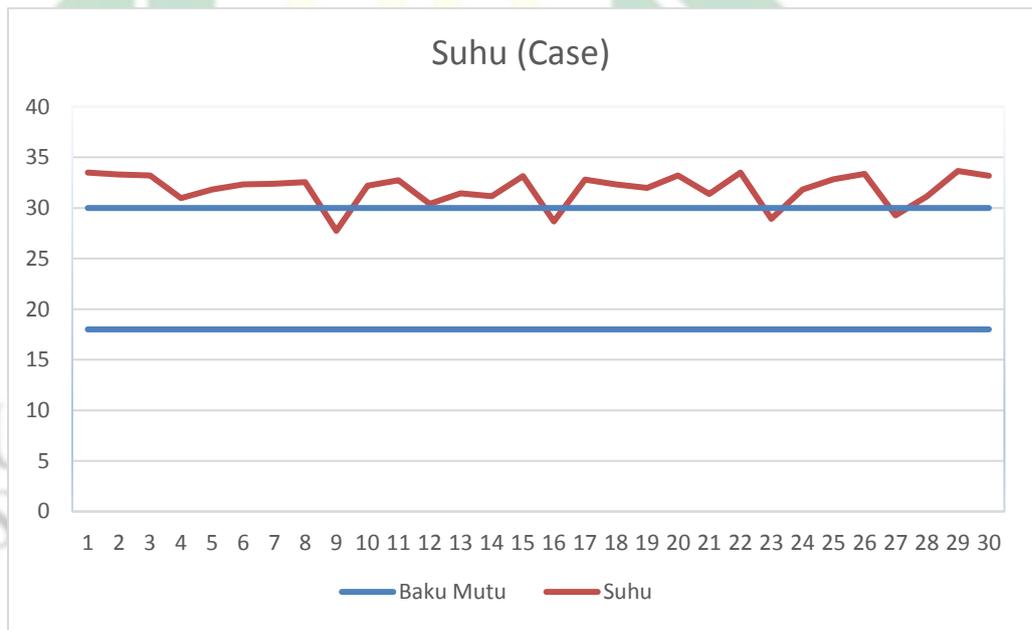
4.2.2 Suhu

Berdasarkan hasil dari pengukuran suhu udara dalam ruang yang telah dilakukan di dalam rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.3** dan **Lampiran A.4** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.3** dibawah ini:

Tabel 4.3 Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang

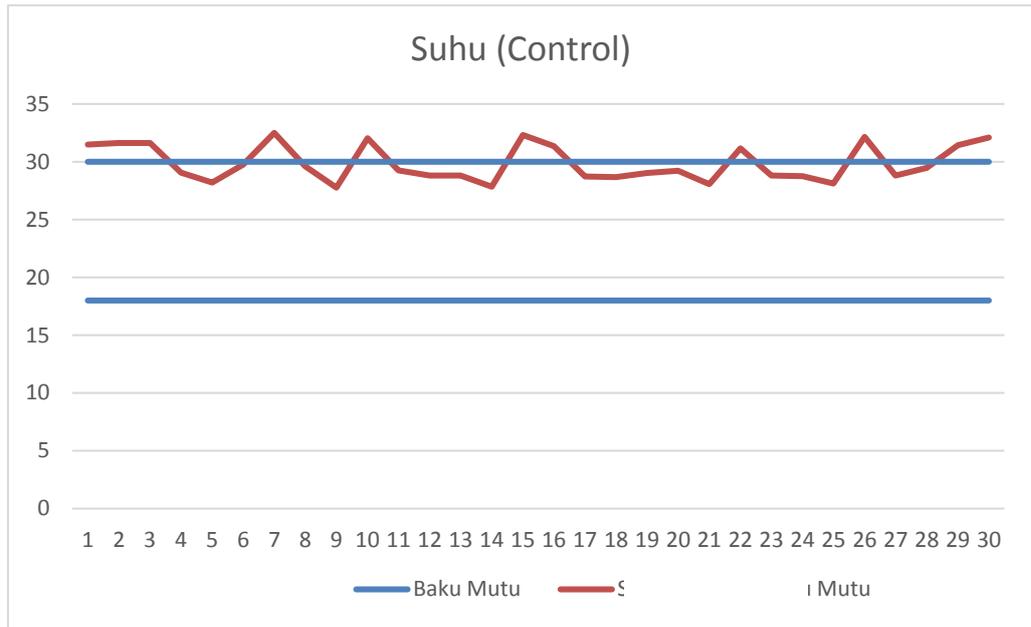
Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Suhu					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	26	86,7	11	36,7	18°C - 30°C
Memenuhi Baku Mutu	4	13,3	19	63,3	

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.6 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang (Case)

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.7 Grafik Hasil Pengukuran Suhu Udara Dalam Ruang (Control)

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran suhu yang dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa responden sebagai kasus sebanyak 26 rumah memiliki kondisi suhu ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 4 rumah memiliki kondisi suhu ruangan yang memenuhi baku mutu. Sedangkan responden sebagai kontrol sebanyak 11 rumah memiliki kondisi suhu ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 19 rumah memiliki kondisi suhu ruangan yang memenuhi baku mutu. Baku mutu suhu udara dalam ruang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu 18°C - 30°C.

Dari total keseluruhan rumah para responden diketahui bahwa sebanyak 34 rumah responden memiliki kondisi suhu ruangan yang tidak memenuhi baku mutu, sedangkan sebanyak 26 rumah memiliki kondisi suhu ruangan yang memenuhi baku mutu. Fakta yang ditemukan pada saat di lapangan, hasil dari pengukuran menunjukkan bahwa suhu udara dalam ruangan para responden berada pada rentang 28°C-33°C. Hasil dari pengukuran suhu ruangan yang mendapatkan nilai cukup tinggi ini dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah kondisi geografis, dimana letak perkampungan rumah dari para responden tidak terlalu jauh

dari bibir pantai dan kondisi cuaca waktu pengukuran dilakukan pada pukul 09.00-15.00 WIB. Selain itu, kondisi suhu ruangan yang tinggi juga dapat dipengaruhi oleh struktur bangunan yang digunakan dimana penggunaan batako dan semen sebagai dinding rumah serta kurangnya ventilasi pada bangunan yang berfungsi sebagai sarana sirkulasi udara sehingga memicu peningkatan suhu ruangan rumah para responden. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Romadhan S dkk (2019) dan Aziziyani (2019) yang menyatakan bahwa penggunaan batako dan semen sebagai dinding rumah dapat menyebabkan meningkatnya suhu udara ruangan serta ventilasi bangunan yang buruk dapat menyebabkan buruknya sirkulasi udara pada suatu bangunan sehingga dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban udara suatu ruangan.

Menurut Romadhan S dkk (2019) mikroorganisme memiliki rentang suhu yang sangat disukai untuk berkembang biak yaitu sebesar 28°C - 33°C . Pada rentang suhu tersebut mikroorganisme akan tumbuh optimum dan sangat cepat. Suhu ruangan yang tidak memenuhi syarat dapat menjadi media yang baik untuk pertumbuhan mikroorganisme patogen dan dapat bertahan lebih lama di dalam ruangan. Mikroorganisme yang bertahan lebih lama di dalam ruangan menjadikan semakin besarnya kemungkinan untuk mikroorganisme patogen terhirup oleh penghuni ruangan sehingga kondisi tersebut dapat menyebabkan semakin tingginya risiko gangguan kesehatan yang akan terjadi.

Suhu udara ruangan sangat berperan penting dalam kenyamanan dan kesehatan bagi para penguninya, suhu udara ruangan yang terlalu rendah dapat menyebabkan gangguan kesehatan hingga hipotemia, sedangkan suhu udara yang terlalu tinggi juga dapat menyebabkan gangguan kesehatan, dehidrasi, hingga heat stroke (Falah dkk., 2023)

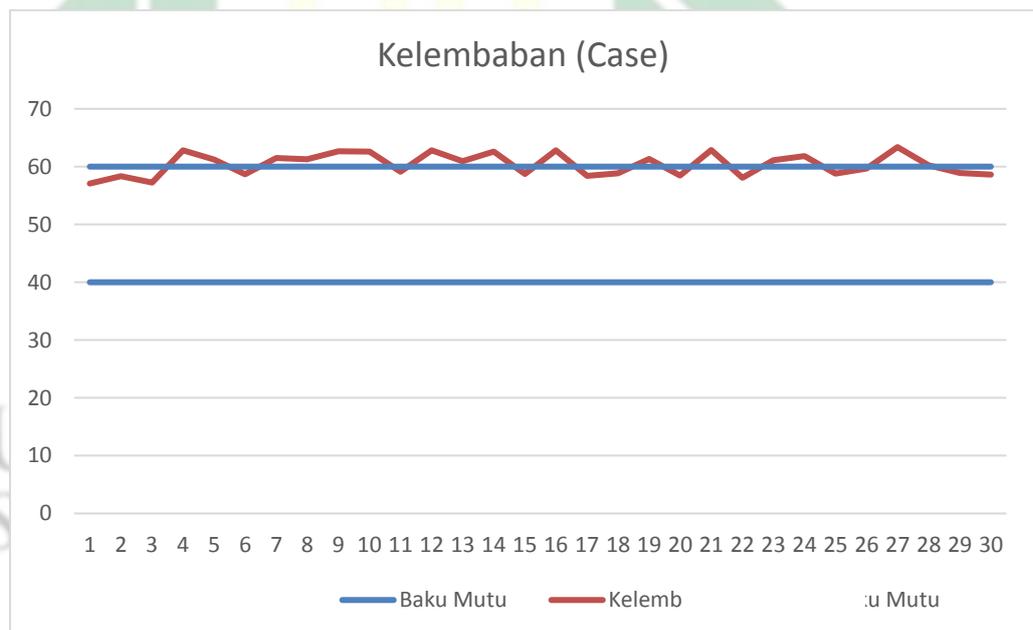
4.2.3 Kelembaban

Dari hasil dari pengukuran kelembaban udara dalam ruang yang telah dilakukan di dalam rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.5** dan **Lampiran A.6** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.4** dibawah ini:

Tabel 4.4 Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang

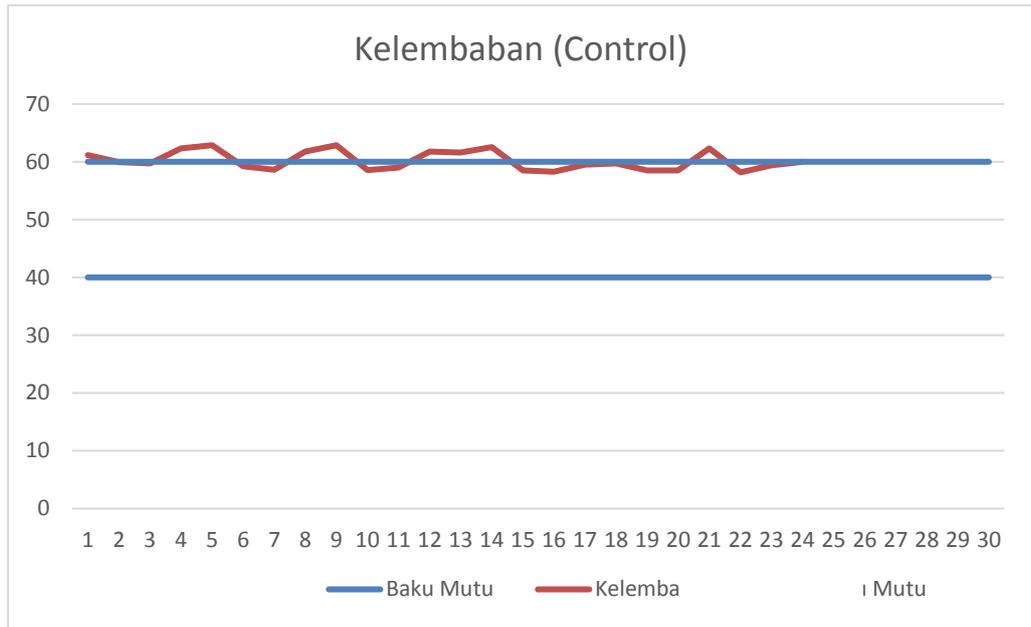
Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Kelembaban					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	16	53,3	11	36,7	40%Rh – 60%Rh
Memenuhi Baku Mutu	14	46,7	19	63,3	

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.8 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang (Case)

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.9 Grafik Hasil Pengukuran Kelembaban Udara Dalam Ruang (Control)

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran kelembaban yang dapat dilihat tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa responden sebagai kasus sebanyak 16 rumah memiliki kondisi kelembaban ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 14 rumah memiliki kondisi kelembaban ruangan yang memenuhi baku mutu. Sedangkan responden sebagai kontrol sebanyak 11 rumah memiliki kondisi kelembaban ruangan yang tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 19 rumah memiliki kondisi kelembaban ruangan yang memenuhi baku mutu. Baku mutu kelembaban udara dalam ruang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu 40% Rh – 60% Rh.

Dari perolehan data yang didapatkan pada saat pengukuran di lapangan dapat diketahui bahwa sebagian besar kelembaban udara di dalam ruangan dari total keseluruhan para responden lebih banyak memiliki kondisi kelembaban udara yang memenuhi baku mutu yaitu sebanyak 33 rumah, sedangkan untuk rumah para responden yang memiliki kondisi kelembaban tidak memenuhi baku mutu sebanyak 27 rumah. Kondisi tersebut dapat terjadi karena sebagian besar rumah para responden memiliki kondisi suhu udara yang cukup tinggi, sesuai dengan penelitian yang

dilakukan oleh Edar & Wahyuni (2021) yang menyatakan bahwa apabila suhu udara pada suatu ruangan naik maka kelembaban relatif akan turun, sedangkan apabila suhu suatu ruangan turun maka kelembaban relatif akan naik. Hal ini juga sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Umar dkk (2022) yang menyatakan bahwa kelembaban relatif suatu ruangan dapat dipengaruhi oleh suhu ruangan. Pada siang hari, lapisan tanah suatu bangunan akan memanas dan dapat menyebabkan kadar penguapan menjadi tinggi sehingga kelembaban relatif akan cepat menurun.

Ruangan rumah yang memiliki kondisi kelembaban udara yang tidak memenuhi syarat dapat menyebabkan pengaruh kesehatan penghuninya. Ruangan rumah yang lembab dapat menjadi media pertumbuhan dan perkembangbiakan yang baik bagi mikroorganisme pathogen dan dapat terhirup melalui saluran pernafasan sehingga dapat menyebabkan infeksi pada saluran pernafasan (Zolanda dkk., 2021). Kelembaban relatif (Rh) diatas 60% dapat menyebabkan berkembangbiaknya mikroorganisme patogen maupun mikroorganisme yang bersifat alergen (Handayani, 2020). Menurut Aristatia & Yulyani (2021) kondisi ruangan rumah yang memiliki kelembaban tinggi dapat menyebabkan penurunan daya tahan tubuh sehingga penghuni ruangan semakin mudah dan rentan terhadap penyakit khususnya penyakit infeksi, karena kelembaban dapat meningkatkan daya tahan hidup mikroorganisme. Oleh karena itu, kelembaban merupakan salah satu yang dapat mempengaruhi kualitas udara di dalam ruangan. Kelembaban yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat menyebabkan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme pathogen semakin subur yang dapat menjadi risiko gangguan kesehatan bagi para penghuninya (Falah dkk., 2023)

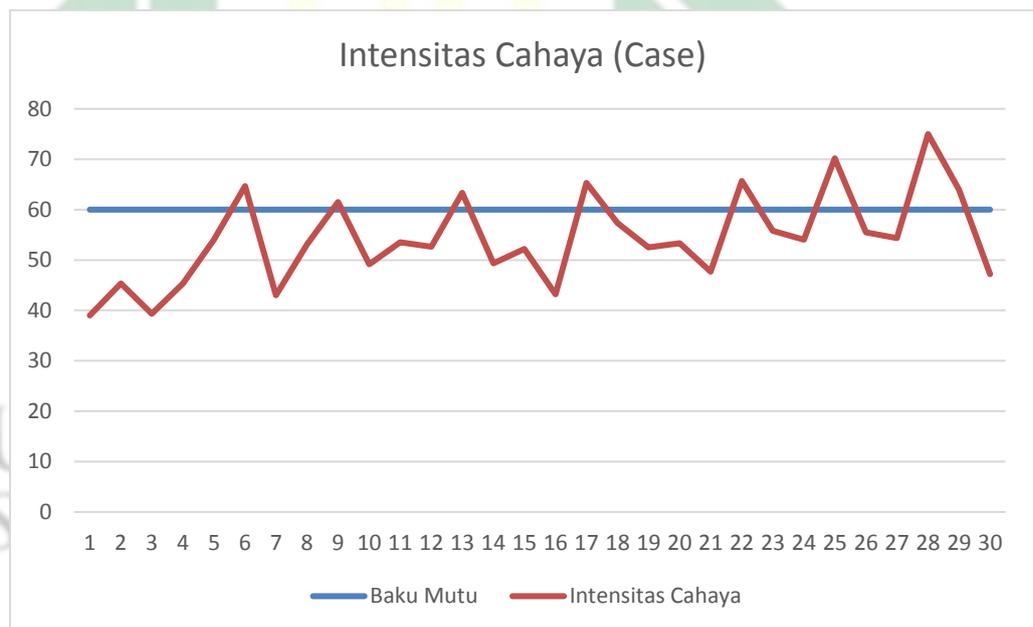
4.2.4 Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil dari pengukuran intensitas cahaya dalam ruang yang telah dilakukan di dalam rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.7** dan **Lampiran A.8** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.5** dibawah ini:

Tabel 4.5 Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang

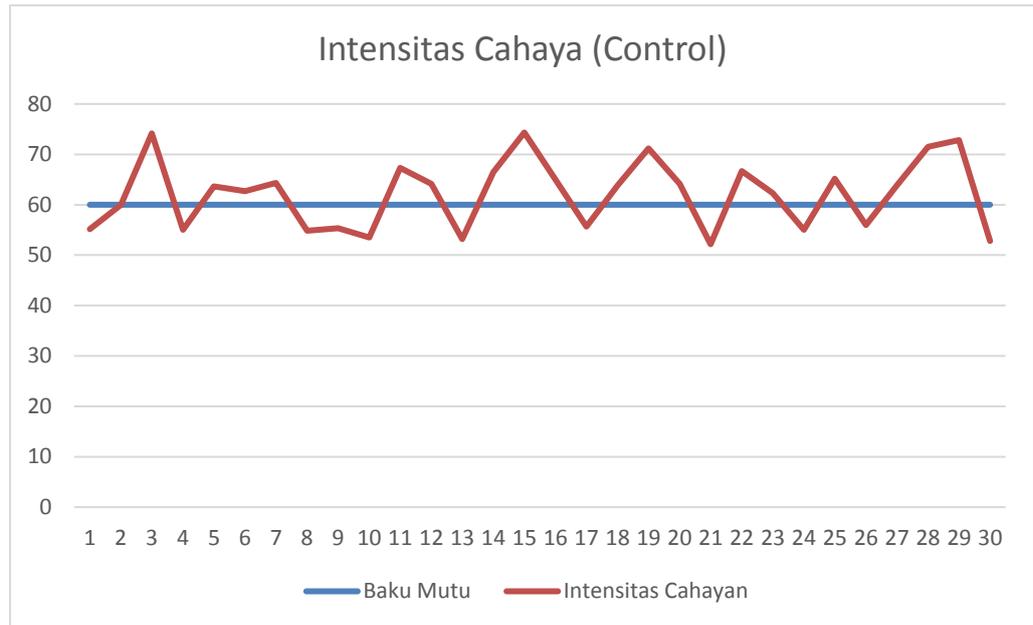
Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Intensitas Cahaya					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	22	73,3	11	36,7	> 60 Lux
Memenuhi Baku Mutu	8	26,7	19	63,3	

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.10 Grafik Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang (Case)

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.11 Grafik Hasil Pengukuran Intensitas Cahaya Dalam Ruang (Control)

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya yang dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa intensitas cahaya rumah responden sebagai kasus sebanyak 22 rumah tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 8 rumah memenuhi baku mutu. Sedangkan intensitas cahaya rumah responden sebagai kontrol sebanyak 11 rumah tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 19 rumah memenuhi baku mutu. Baku mutu intensitas cahaya dalam ruang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu > 60 Lux.

Dari total keseluruhan rumah responden dapat diketahui bahwa rumah yang memiliki kondisi intensitas cahaya yang tidak memenuhi baku mutu lebih banyak daripada yang tidak memenuhi baku mutu. Sebanyak 33 rumah respon memiliki kondisi intensitas cahaya yang tidak memenuhi baku mutu, sedangkan sebanyak 27 rumah memiliki kondisi intensitas cahaya yang memenuhi baku mutu. Berdasarkan fakta di lapangan kondisi ini dapat terjadi karena beberapa faktor diantaranya adalah wilayah pemukiman penduduk sebagai sampel berada di gang-gang kecil, kurangnya ventilasi pada bangunan rumah, serta masyarakat yang kebiasaan masyarakat yang selalu menutup ventilasi dari pagi sehingga ventilasi tidak

berfungsi dengan baik. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Falah dkk (2023) yang menjelaskan bahwa kebiasaan masyarakat yang selalu menutup ventilasi sehingga tidak berfungsi dengan baik dan dapat menyebabkan sinar matahari tidak masuk ke dalam ruangan rumah, kondisi tersebut dapat menyebabkan ruangan menjadi lembab sehingga menjadi media pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme pathogen.

Menurut Romadhan S dkk (2019) pencahayaan alami merupakan salah satu kebutuhan bagi kesehatan manusia. Pencahayaan dari sinar matahari yang cukup menjadi faktor yang penting bagi kesehatan manusia, karena cahaya matahari mengandung sinar *ultraviolet (UV)* yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme pathogen yang dapat mengganggu kesehatan bagi manusia di dalam rumah. Kurangnya sinar matahari yang masuk ke dalam rumah dapat menyebabkan udara di dalam rumah menjadi lembab sehingga mikroorganisme dapat bertahan lebih lama di dalam ruangan dan dapat menyebabkan semakin tingginya risiko gangguan kesehatan yang terjadi.

Pencahayaan alamiah dapat diperoleh dari pancaran sinar matahari yang melewati ventilasi dari sebuah bangunan. Bangunan rumah yang tidak mendapatkan sinar matahari dan udara segar yang cukup dapat menyebabkan ruangan menjadi tempat pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme pathogen di dalam ruangan. Kualitas udara di dalam ruangan juga dapat dipengaruhi oleh kondisi pencahayaan yang cukup. Bangunan rumah dengan pencahayaan yang kurang menyebabkan buruknya kualitas udara di dalam ruangan sehingga risiko gangguan kesehatan yang dapat terjadi semakin meningkat (Romadhan S dkk., 2019).

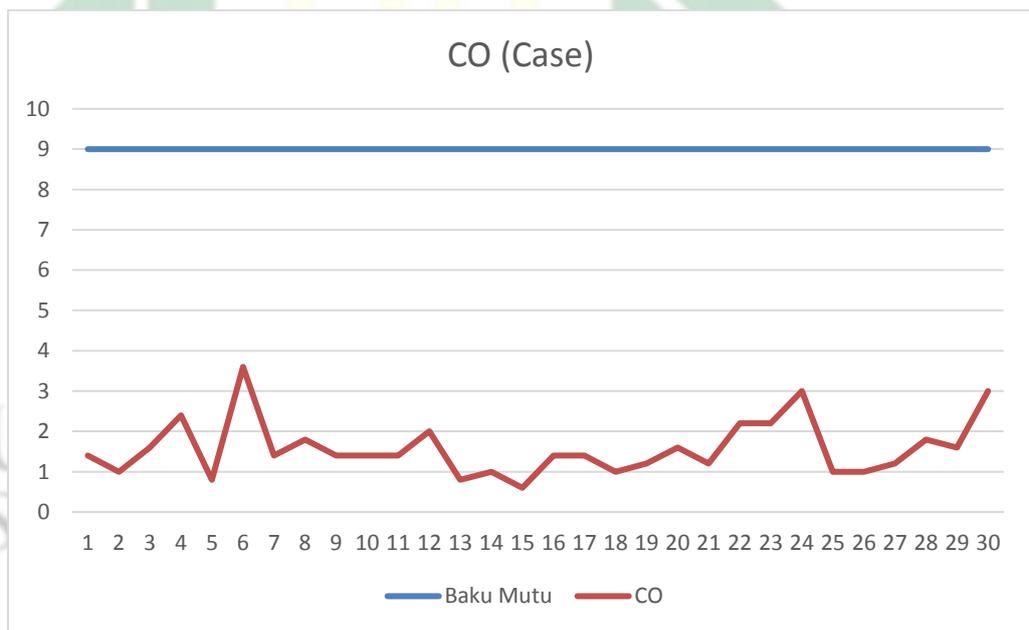
4.2.5 Karbon Monoksida (CO)

Dari hasil dari pengukuran karbon monoksida (CO) udara dalam ruang yang telah dilakukan di dalam rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.9** dan **Lampiran A.10** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.6** dibawah ini:

Tabel 4.6 Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang

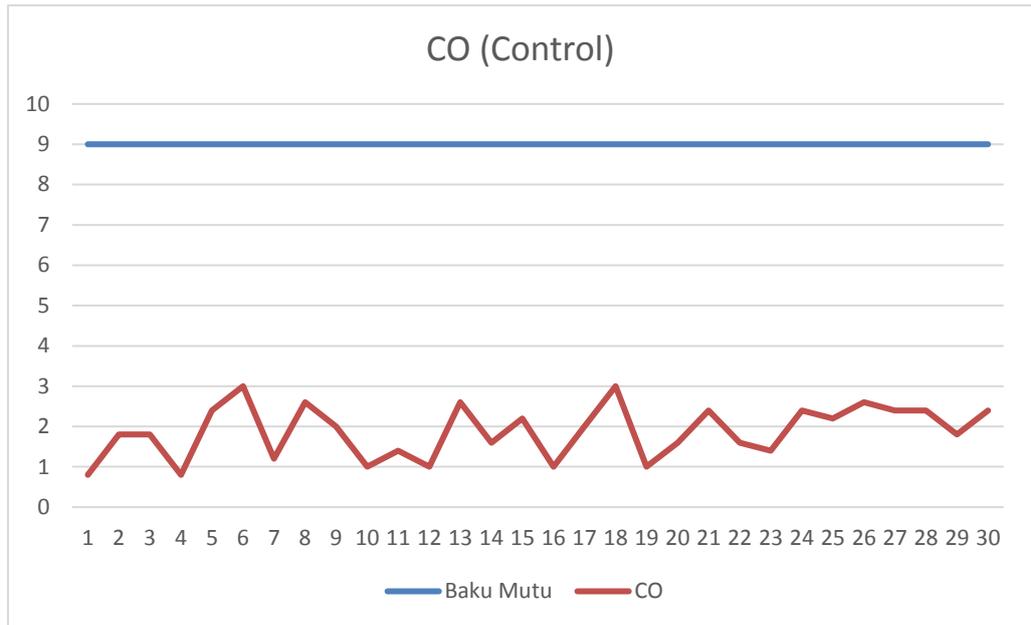
Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Karbon Monoksida					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	0	0	0	0	9 ppm
Memenuhi Baku Mutu	30	100	30	100	

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.12 Grafik Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang (Case)

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.13 Grafik Hasil Pengukuran Karbon Monoksida (CO) Udara Dalam Ruang (Control)

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran karbon monoksida (CO) yang dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa konsentrasi gas karbon monoksida (CO) baik pada rumah responden sebagai kasus maupun sebagai kontrol seluruhnya telah memenuhi baku mutu. Baku mutu karbon monoksida (CO) udara dalam ruang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu 9 ppm.

Hal ini dapat terjadi dikarenakan titik pengambilan sampel terletak pada kamar tidur saja dan sedikitnya sumber gas karbon monoksida (CO) di dalam rumah. Meski demikian keberadaan gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan masih menjadi salah satu hal yang sangat penting untuk diperhatikan, karena menurut Cahyanti & Posmaningsih (2020) keberadaan gas karbon monoksida (CO) yang berlebihan di dalam ruangan dapat menimbulkan dampak bagi kesehatan dimana gas karbon monoksida (CO) dapat menyebabkan kegagalan transportasi oksigen ke jaringan tubuh sehingga dapat mengakibatkan gangguan sistem saraf. Gejala yang muncul apabila terjadi keracunan gas karbon monoksida diantaranya adalah mual, pusing, sesak nafas, sakit dada, kegagalan pernafasan, hingga kematian.

Keberadaan gas karbon monoksida (CO) di dalam rumah dapat bersumber dari berbagai hal diantaranya adalah pemanas ruangan yang menggunakan minyak tanah, cerobong asap, kebocoran gas bahan bakar memasak, kebiasaan merokok di dalam ruangan. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) cenderung tinggi pada ruangan tertutup yang tidak memiliki ventilasi yang baik. Fungsi ventilasi yang kurang baik dapat menyebabkan semakin tingginya risiko gangguan kesehatan yang disebabkan oleh paparan gas karbon monoksida (CO), sehingga ventilasi yang berfungsi dengan baik dapat meminimalkan penumpukan gas karbon monoksida (CO) pada suatu bangunan rumah (Rizaldi dkk., 2022).

Gas buangan pembakaran asap rokok menurut penelitian yang dilakukan oleh Mutmainnah (2020) dapat menghasilkan gas karbon monoksida (CO) sebesar 77 ppm yang dilepaskan ke udara bebas yang apabila terhirup dapat membahayakan bagi kesehatan manusia. Selain dari asap pembakaran rokok secara langsung, gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan juga dapat terbawa oleh para perokok. Gas sisa karbon monoksida (CO) yang terbawa dari paru-paru perokok dapat dilepaskan kembali ke udara bebas. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Gładyszewska-Fiedoruk & Wiater (2022) terkait sisa gas karbon monoksida (CO) yang dibawa oleh paru-paru perokok memiliki konsentrasi yang rendah di dalam ruangan dan tidak menjadi ancaman bagi kesehatan para penghuni ruangan lainnya. Hal ini dibuktikan oleh hasil pengukuran yang dilakukan bahwa sisa gas karbon monoksida (CO) yang dibawa oleh paru-paru perokok yang berjumlah 17 orang pada satu ruangan secara bersamaan memiliki konsentrasi maksimal sebesar 1,4 ppm dan hasil dari pengukuran ini masih berada dibawah persyaratan yang ditetapkan.

Karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan dihasilkan terutama oleh proses pembakaran, seperti memasak atau memanaskan. Selain itu, gas karbon monoksida (CO) juga dapat masuk ke lingkungan dalam ruangan melalui infiltrasi dari udara luar. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan yang tidak menggunakan kompor gas sebagai alat memasak adalah sekitar 0,5-5 ppm, sedangkan ruangan yang

menggunakan kompor gas sebagai alat memasak memiliki konsentrasi sekitar 5-15 ppm bahkan hingga 30 ppm atau lebih. Paparan gas karbon monoksida (CO) yang berlebihan dapat menyebabkan efek gangguan kesehatan yang cukup berbahaya (Tran dkk., 2020). Sedangkan menurut Dwimawati (2021) gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari pembakaran dapur menggunakan biomas (kayu, arang, jerami bekas panen) merupakan sumber gas karbon monoksida (CO). Polutan asap yang dihasilkan dari pembakaran biomas sangat berbahaya bagi kesehatan dan akan menimbulkan berbagai macam penyakit, apalagi jika ventilasinya tidak memenuhi syarat kesehatan. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) dari pembakaran dapur menggunakan biomas dapat menghasilkan 100 ppm/jam bahkan bisa lebih lagi dan kondisi tersebut jauh diatas persyaratan yang ditetapkan.

Emisi polutan yang dihasilkan oleh penggunaan biomas sebagai bahan bakar memasak jauh lebih tinggi daripada penggunaan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar memasak. Gas karbon monoksida (CO) yang dihasilkan dari penggunaan biomas sebagai bahan bakar memasak 10 kali lebih tinggi dari penggunaan *Liquified Petroleum Gas* (LPG), sedangkan $PM_{2,5}$ yang dihasilkan 50 kali lebih tinggi dari penggunaan biomas daripada penggunaan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) (Weyant dkk., 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh Kansime dkk (2022) penggunaan biomas sebagai bahan bakar memasak di dalam ruangan dapat menghasilkan $PM_{2,5}$ sebesar 162,58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan gas karbon monoksida sebesar 44,37 ppm. Sedangkan di dalam penelitian yang dilakukan oleh Ezikornwor Weli (2021) penggunaan *Liquified Petroleum Gas* (LPG) sebagai bahan bakar memasak di dalam ruangan dapat menghasilkan $PM_{2,5}$ sebesar 16,80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dan gas karbon monoksida sebesar 0,0091 ppm. Oleh karena itu, penggunaan bahan bakar *liquefied petroleum gas* (LPG) sebagai bahan bakar memasak dinilai lebih ramah lingkungan dan akan membuat kualitas udara dalam ruang menjadi lebih baik sehingga kesehatan para penghuninya semakin meningkat A'yun & Umaroh (2022).

Pada penelitian ini mayoritas rumah sebagai sampel memasak menggunakan kompor gas, sehingga konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan cenderung rendah. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Ranathunga dkk (2019) yang menyatakan bahwa konsentrasi gas karbon monoksida (CO) pada rumah yang menggunakan bahan bakar biomas untuk memasak lebih tinggi daripada rumah yang menggunakan bahan bakar *liquefied petroleum gas (LPG)* untuk memasak. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh A'yun & Umaroh (2022) yang menyatakan bahwa penggunaan bahan bakar padat untuk memasak seperti kayu, arang, jerami bekas panen dapat meningkatkan terjadinya pencemaran udara dalam ruang dan gangguan kesehatan yang terjadi. Polutan yang dihasilkan dari bahan bakar padat memiliki konsentrasi yang cukup tinggi karena proses pembakaran yang tidak sempurna. Kondisi tersebut dapat berdampak pada buruknya kualitas udara jika bangunan tidak memiliki ventilasi yang tidak memenuhi syarat serta tidak memiliki cerobong asap dapur.

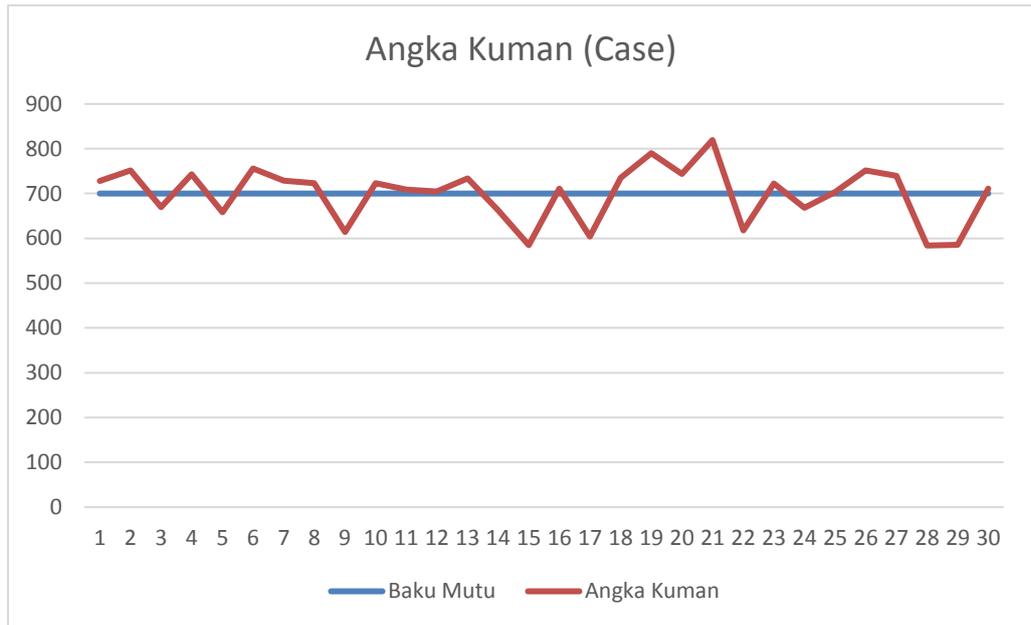
4.2.6 Angka Kuman

Berdasarkan hasil dari pengukuran angka kuman dalam ruang yang telah dilakukan di dalam rumah para responden yang berjumlah 60 dan terbagi menjadi 30 sebagai kasus dan 30 sebagai kontrol yang dapat dilihat pada tabel **Lampiran A.11** dan **Lampiran A.12** yang telah dirangkum pada **Tabel 4.7** dibawah ini:

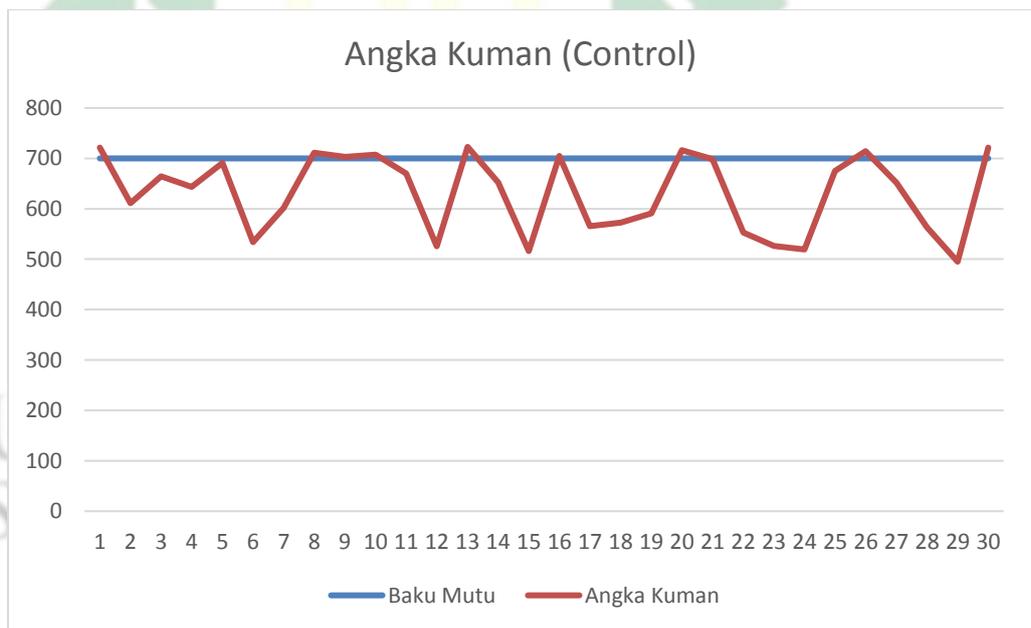
Tabel 4.7 Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang

Variabel	Case		Control		Baku Mutu
	N = 30		N = 30		
	Σ	%	Σ	%	
Angka Kuman					
Tidak Memenuhi Baku Mutu	20	66,7	8	26,7	< 700 CFU/m ³
Memenuhi Baku Mutu	10	33,3	22	73,3	

Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.14 Grafik Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang (Case)
 Sumber: Hasil Analisis, 2023



Gambar 4.15 Grafik Hasil Pengukuran Angka Kuman Udara Dalam Ruang (Control)
 Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil pengukuran angka kuman yang dapat dilihat pada tabel dan grafik diatas dapat diketahui bahwa angka kuman rumah responden sebagai kasus sebanyak 20 rumah tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 10 rumah memenuhi baku mutu. Sedangkan angka kuman

rumah responden sebagai kontrol sebanyak 8 rumah tidak memenuhi baku mutu dan sebanyak 22 rumah memenuhi baku mutu. Baku mutu angka kuman udara dalam ruang berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan No. 1077 Tahun 2011 yaitu $< 700 \text{ CFU/m}^3$.

Rumah responden yang memiliki nilai angka kuman yang tinggi sehingga tidak memenuhi persyaratan dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Faktor yang mempengaruhi tingginya nilai angka kuman disebabkan karena rumah para responden memiliki kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang tidak memenuhi persyaratan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggraini & Nur (2020) tentang pengaruh kondisi fisik lingkungan terhadap angka kuman udara di ruang rawat inap rumah sakit islam faisal makassar menunjukkan bahwa kondisi suhu, kelembaban dan pencahayaan yang tidak memenuhi persyaratan dan telah dilakukan analisis bivariat menunjukkan hasil terdapat hubungan yang bermakna dengan pertumbuhan angka kuman di udara, sehingga jumlah dan keberadaan angka kuman di udara dapat dipengaruhi oleh suhu, kelembaban dan pencahayaan ruangan yang tidak memenuhi persyaratan. Menurut Sriratih dkk (2021) hal tersebut dapat terjadi karena disebabkan oleh buruknya keberadaan ventilasi suatu bangunan rumah, karena keberadaan ventilasi pada suatu bangunan rumah dapat mempengaruhi akses masuknya sinar matahari, sirkulasi udara, dan suhu, dan kelembaban suatu ruangan. Menurut Aristatia & Yulyani (2021) menyebutkan bahwa ventilasi merupakan proses penyediaan udara segar dari luar ke suatu ruangan baik secara alami maupun mekanis, jumlah dan konsentrasi kuman akan lebih banyak pada suatu ruangan yang udaranya tidak tertukar.

Jumlah dan konsentrasi angka kuman di udara menunjukkan terjadinya pencemaran udara di dalam ruangan, sehingga keberadaan angka kuman di udara dalam ruang penting untuk diketahui yang memiliki tujuan sebagai upaya pencegahan penyebaran penyakit melalui udara. Mikroorganisme di udara bebas terdiri dari bakteri, jamur, virus, dan mikroalga yang secara umum disebut sebagai jasad kontaminan. Pertumbuhan dan perkembangbiakan kuman atau mikroorganisme di udara

dalam ruang dapat berasal dari beberapa sumber yaitu debu, droplet akibat percakapan batuk maupun bersin, tetes air, dari permukaan lantai atau tanah, dan lain-lain (Posmaningsih, 2019).

4.3 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Luas Ventilasi Terhadap Gangguan Kesehatan

Dari hasil pengukuran luas ventilasi yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara luas ventilasi dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada balita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.8** di bawah ini:

Tabel 4.8 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Luas Ventilasi Terhadap Pneumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	P-value
	N = 30	N = 30		
Luas Ventilasi				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	22 (73,3%)	12 (40%)	4,125 (1,387-12,270)	0,019*
Memenuhi Baku Mutu	8 (26,7%)	18 (60%)		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,019. Karena *p-value* yang didapatkan < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa H0 diterima dan H1 ditolak yang berarti luas ventilasi memiliki hubungan yang signifikan dan berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik tersebut didapatkan nilai OR sebesar 4,125 sehingga rumah dengan kondisi luas ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan memiliki risiko 4 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada rumah dengan kondisi luas ventilasi yang memenuhi persyaratan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Nurjayanti dkk (2022) yang menunjukkan adanya hubungan dan faktor risiko antara luas ventilasi dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,011 dan dengan nilai OR sebesar 15,725.

Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan luas ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan berisiko 15 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan daripada bangunan rumah yang memiliki luas ventilasi yang memenuhi persyaratan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Indah dkk (2022) yang menunjukkan adanya hubungan dan faktor risiko antara luas ventilasi dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,00 dan dengan nilai OR sebesar 56,731. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan luas ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan berisiko 56 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan.

Luas ventilasi yang kurang baik dapat menyebabkan ruangan menjadi pengap dan lembab, sehingga pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen di dalam ruangan semakin cepat. Ruangan yang pengap dan lembab dapat berasal dari keringat dan pernafasan penghuni ruangan tanpa adanya sirkulasi udara yang baik. Hal ini menjadi bukti bahwa luas ventilasi yang tidak memenuhi persyaratan dapat meningkatkan risiko gangguan kesehatan terhadap para penghuninya (Nurjayanti dkk., 2022).

4.4 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Suhu, Kelembaban, dan Intensitas Cahaya Terhadap Gangguan Kesehatan

4.4.1 Suhu

Berdasarkan hasil pengukuran suhu udara dalam ruang yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara suhu udara dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada balita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.9** di bawah ini:

Tabel 4.9 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Suhu Terhadap Pneumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	P-value
	N = 30	N = 30		
Suhu				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	26 (86,7%)	11 (36,7%)	11,227	0,000*
Memenuhi Baku Mutu	4 (13,3%)	19 (63,3%)	(3,096-1,618)	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dari hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,000. Karena *p-value* yang didapatkan $< 0,05$, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti suhu udara dalam ruang memiliki hubungan yang signifikan dan berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik tersebut didapatkan nilai OR sebesar 11,227 sehingga rumah dengan kondisi suhu udara yang tidak memenuhi persyaratan memiliki risiko 11 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada rumah dengan kondisi suhu udara yang memenuhi persyaratan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indah dkk (2022) yang menunjukkan bahwa adanya hubungan dan faktor risiko antara suhu udara dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,00 dan dengan OR sebesar 44,909. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan kondisi suhu udara tidak memenuhi persyaratan berisiko 44 kali lebih tinggi dari pada bangunan rumah yang memiliki kondisi suhu udara yang memenuhi persyaratan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Agustyana dkk (2019) yang menunjukkan adanya hubungan dan faktor risiko antara suhu udara dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,016 dan dengan nilai OR sebesar 2,945. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan suhu udara yang tidak memenuhi persyaratan berisiko 3 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan.

Menurut S. Rahmawati dkk (2021) Bangunan rumah yang memiliki kondisi suhu yang tidak normal dapat menjadi media pertumbuhan dan perkembangbiakan yang baik bagi mikroorganisme patogen sehingga dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan bagi para penghuni ruangan semakin tinggi.

4.4.2 Kelembaban

Dari hasil pengukuran kelembaban udara dalam ruang yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara kelembaban udara dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada balita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.10** di bawah ini:

Tabel 4.10 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Kelembaban Terhadap Penumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	<i>P-value</i>
	N = 30	N = 30		
Kelembaban				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	16 (53,3%)	11 (36,7%)	1,974	0,299
Memenuhi Baku Mutu	14 (46,7,3%)	19 (63,3%)	(0,703-5,543)	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,299 dengan nilai OR sebesar 1,974. Karena *p-value* yang didapatkan <0,05, sehingga dapat disimpulkan bahwa H1 diterima dan H0 ditolak yang berarti kelembaban udara dalam ruang tidak memiliki hubungan yang signifikan dan tidak berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hal ini dapat terjadi karena dari total keseluruhan rumah responden mayoritas memiliki kondisi kelembaban udara yang memenuhi persyaratan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Samosir & Eustasia (2019) yang menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara kelembaban udara dan bukan faktor risiko dengan gangguan kesehatan, karena dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,263 dengan nilai OR sebesar 0,542. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Farmani (2020) yang menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara kelembaban udara dan bukan faktor risiko dengan gangguan kesehatan, karena dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,289 dengan nilai OR sebesar 0,6. Pada penelitian ini kelembaban udara tidak memiliki hubungan dan bukan menjadi faktor risiko terhadap gangguan kesehatan, karena belum cukup adanya bukti baik dari uji statistik Chi Square dan pengukuran kelembaban udara dalam ruang yang telah dilakukan, dan juga suhu udara pada rumah para responden cukup tinggi, sehingga menurut Edar & Wahyuni (2021) yang menyatakan bahwa apabila suhu udara suatu ruangan naik maka kelembaban relatif akan turun.

Namun pada penelitian yang lainnya yang dilakukan oleh D. A. Sari & Darundiati (2019) yang menunjukkan bahwa adanya hubungan dan faktor risiko antara kelembaban udara dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,041 dan dengan RP sebesar 5,978. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan kondisi kelembaban udara tidak memenuhi persyaratan berisiko 6 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada bangunan rumah yang memiliki kondisi kelembaban udara yang memenuhi persyaratan. Sehingga dari penelitian ini kelembaban udara masih menjadi faktor yang perlu diperhatikan, karena peningkatan kelembaban udara dalam ruang mengakibatkan peningkatan kemampuan bertahan hidup mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan risiko gangguan kesehatan para penghuninya semakin tinggi.

4.4.3 Intensitas Cahaya

Berdasarkan hasil pengukuran intensitas cahaya dalam ruang yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara intensitas cahaya dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada balita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.11** di bawah ini:

Tabel 4.11 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Intensitas Cahaya Terhadap Pneumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	P-value
	N = 30	N = 30		
Intensitas Cahaya				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	22 (73,3%)	11 (36,7%)	4,750	0,009*
Memenuhi Baku Mutu	8 (26,7%)	19 (63,3%)	(1,584-14,245)	

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dari hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,009. Karena *p-value* yang didapatkan < 0,05 sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 diterima dan H_1 ditolak yang berarti intensitas cahaya dalam ruang memiliki hubungan yang signifikan dan berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik tersebut didapatkan nilai OR sebesar 4,750 sehingga rumah dengan kondisi intensitas cahaya yang tidak memenuhi persyaratan memiliki risiko 4 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada rumah dengan kondisi intensitas cahaya yang memenuhi persyaratan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Indah dkk (2022) yang menunjukkan bahwa adanya hubungan dan faktor risiko antara intensitas cahaya dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,00 dan dengan OR sebesar 372,000. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan kondisi intensitas cahaya tidak memenuhi persyaratan berisiko 372 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada bangunan rumah

yang memiliki kondisi intensitas cahaya yang memenuhi persyaratan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh Samosir & Eustasia (2019) yang menunjukkan adanya hubungan dan faktor risiko antara intensitas cahaya dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,020 dan dengan nilai OR sebesar 6,080. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan intensitas cahaya yang tidak memenuhi persyaratan berisiko 6 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan.

Kondisi kurangnya intensitas cahaya pada rumah responden pada penelitian ini dapat disebabkan oleh kurangnya ventilasi pada bangunan rumah serta wilayah pemukiman yang terletak pada gang-gang kecil sehingga sinar matahari tidak bisa masuk ke dalam rumah para responden. Keberadaan sinar matahari yang cukup di dalam bangunan rumah menjadi salah satu faktor yang sangat penting, karena menurut Menurut Sriratih dkk (2021) sumber intensitas cahaya dapat dibagi menjadi dua yaitu alami yang bersumber dari cahaya matahari dan buatan yang bersumber dari lampu. Namun, intensitas cahaya yang bersumber dari cahaya matahari dinilai lebih baik, karena sinar matahari mengandung sinar *ultraviolet* yang berfungsi sebagai pembunuh mikroorganisme patogen di dalam ruangan. Sehingga apabila sinar matahari masuk ke dalam ruangan cukup, hal tersebut dapat menekan pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme patogen di dalam ruangan dan risiko terjadinya gangguan kesehatan pada penghuni ruangan semakin menurun.

4.5 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Gangguan Kesehatan

Dari hasil pengukuran gas karbon monoksida (CO) udara dalam ruang yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara gas karbon monoksida (CO) dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada baita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.12** di bawah ini:

Tabel 4.12 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Karbon Monoksida (CO) Terhadap Pneumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	P-value
	N = 30	N = 30		
Carbon Monoksida				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	(0%)	(0%)	-	-
Memenuhi Baku Mutu	30 (100%)	30 (100%)		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Berdasarkan hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai yang konstan sehingga tidak terdapat nilai *p-value* maupun OR yang terbaca pada saat uji statistik Chi Square yang dilakukan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hidayahsti dkk (2018) yang menunjukkan bahwa tidak adanya hubungan antara konsentrasi karbon monoksida (CO) dan bukan faktor risiko dengan gangguan kesehatan, karena dari hasil uji statistik didapatkan *p-value* sebesar 0,076. Pada penelitian ini gas karbon monoksida (CO) tidak memiliki hubungan dan bukan menjadi faktor risiko terhadap gangguan kesehatan, karena belum cukup adanya bukti baik dari uji statistik Chi Square dan pengukuran gas karbon monoksida (CO) udara dalam ruang yang telah dilakukan menunjukkan bahwa seluruh rumah para responden telah memenuhi persyaratan. Menurut Pradana (2018) suhu dan kelembaban udara dapat mempengaruhi konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di udara dalam ruang. Apabila suhu naik 1°C maka konsentrasi karbon monoksida (CO) akan berkurang 0,0667 mg/m³, konsentrasi karbon monoksida (CO) tinggi terjadi ketika suhu udara rendah, karena suhu udara yang tinggi membuat densitas udara di dekat permukaan bumi menjadi lebih rendah dari pada udara di atasnya, sehingga menyebabkan terjadinya aliran konveksi ke atas yang membawa berbagai polutan termasuk karbon monoksida (CO), hal tersebut menyebabkan konsentrasi karbon monoksida (CO) menjadi rendah. Sedangkan apabila kelembaban naik 1% maka konsentrasi karbon monoksida (CO) akan bertambah sebesar 0,00238 mg/m³. Konsentrasi karbon monoksida (CO) tinggi terjadi ketika kelembaban udara tinggi, karena apabila kelembaban

udara yang tinggi berarti jumlah uap air yang dikandung dalam udara tinggi, pada saat itu dispersi udara akan terjadi lebih lambat karena banyaknya uap air di udara akan memperlambat aliran udara baik secara horizontal maupun vertical sehingga konsentrasi karbon monoksida (CO) menjadi tinggi. Hal tersebut sesuai dengan kondisi rumah sebagai sampel yang mayoritas memiliki kondisi suhu yang tinggi dan kelembaban yang optimal, sehingga konsentrasi karbon monoksida (CO) menjadi rendah.

Hasil penelitian ini bertentangan dengan penelitian yang dilakukan oleh Utami & Windraswara (2019) yang menunjukkan bahwa adanya hubungan dan faktor risiko gas karbon monoksida (CO) dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,029. Meskipun dalam penelitian ini gas karbon monoksida (CO) tidak memiliki hubungan dan bukan menjadi faktor risiko terhadap gangguan kesehatan, gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan masih perlu diperhatikan. Karena efek dari paparan gas karbon monoksida (CO) terhadap gangguan kesehatan pada manusia tergantung dari jumlah dan lama paparan yang terjadi. Secara umum efek samping yang terjadi apabila keracunan gas karbon monoksida (CO) adalah penurunan anti bodi, sehingga pada kondisi tersebut kemungkinan terjadinya gangguan kesehatan penghuni ruangan semakin meningkat (Rizaldi dkk., 2022).

4.6 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Angka Kuman Terhadap Gangguan Kesehatan

Berdasarkan hasil pengukuran angka kuman dalam ruang yang didapatkan pada setiap rumah sebagai sampel, maka untuk mengetahui adanya hubungan dan faktor risiko antara angka kuman dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang dalam penelitian ini adalah pneumonia pada baita, selanjutnya akan dilakukan uji analisis statistik Chi Square. Berikut merupakan hasil uji statistik yang disajikan pada **Tabel 4.13** di bawah ini:

Tabel 4.13 Analisis Hubungan dan Faktor Risiko Angka Kuman Terhadap Pneumonia Pada Balita

Variabel	Case	Control	OR (95% CI)	<i>P-value</i>
	N = 30	N = 30		
Angka Kuman				
Tidak Memenuhi Baku Mutu	20 (66,7%)	8 (26,7%)	5,500 (1,813-16,681)	0,004*
Memenuhi Baku Mutu	10 (33,3%)	22 (73,3%)		

Sumber: Hasil Analisis, 2023

Dari hasil uji analisis statistik Chi Square yang telah dilakukan, maka dapat diketahui bahwa didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,004, sehingga dapat disimpulkan bahwa H0 diterima dan H1 ditolak yang berarti angka kuman dalam ruang memiliki hubungan yang signifikan dan berisiko terhadap gangguan kesehatan yaitu pneumonia. Hasil uji statistik tersebut didapatkan nilai OR sebesar 5,500 sehingga bangunan rumah dengan kondisi angka kuman yang tidak memenuhi persyaratan memiliki risiko 5 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan dari pada bangunan rumah dengan kondisi angka kuman yang memenuhi persyaratan.

Hasil dari penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Bahri dkk (2022) yang menunjukkan bahwa adanya hubungan dan faktor risiko antara angka kuman dalam ruangan dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,002 dan dengan OR sebesar 3,342. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan kondisi angka kuman tidak memenuhi persyaratan berisiko 3 kali lebih tinggi dari pada bangunan rumah yang memiliki kondisi angka kuman yang memenuhi persyaratan. Begitu juga dengan penelitian yang dilakukan oleh F. N. Rahmawati (2018) yang menunjukkan adanya hubungan dan faktor risiko antara angka kuman dengan gangguan kesehatan, dari hasil uji statistik Chi Square didapatkan *p-value* sebesar 0,01 dan dengan nilai OR sebesar 22. Hal tersebut menunjukkan bahwa bangunan rumah dengan angka kuman yang tidak memenuhi persyaratan berisiko 22 kali lebih tinggi mengalami gangguan kesehatan.

Kondisi ini dapat terjadi karena sebagian besar bangunan rumah para responden memiliki ventilasi yang buruk, sehingga pencahayaan pada bangunan rumah para responden menjadi kurang, demikian pula pencahayaan dan ventilasi dapat mempengaruhi suhu dan kelembaban di dalam ruangan (Posmaningsih, 2019). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Anggraini & Nur (2020) menyatakan bahwa jumlah angka kuman di dalam ruangan sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu, kelembaban, dan pencahayaan pada ruangan tersebut. Sehingga apabila suatu ruangan memiliki kondisi suhu, kelembaban, dan pencahayaan yang buruk dapat menyebabkan jumlah angka kuman di dalam ruangan semakin meningkat. Penelitian tersebut menyatakan bahwa kondisi suhu dan pencahayaan menjadi faktor yang paling berpengaruh terhadap jumlah angka kuman di udara dalam ruangan. Jumlah angka kuman di udara dalam ruang menjadi salah satu faktor yang menentukan kualitas udara di dalam ruang yang baik, jumlah angka kuman yang terbatas tidak akan menimbulkan efek apapun, namun pada jumlah angka kuman tertentu dan terhirup dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi para penghuni ruangan (Ginting dkk., 2022).

4.7 Rekomendasi Pengendalian dan Penanggulangan Pencemaran Udara Dalam Ruang

Terdapat dua strategi sebagai upaya pengendalian dan penanggulangan pencemaran udara dalam ruang:

1) *Substitusi* Polutan

Substitusi adalah upaya untuk mengurangi jumlah polutan dan meminimalisir sumber polutan di dalam rumah. Seperti, mengganti bahan pembersih ruangan yang mengandung banyak senyawa kimia berbahaya dengan pembersih ruangan yang ramah lingkungan dan menyimpan produk yang dapat melepaskan gas beracun ke ruangan yang jauh dari ruang utama para penghuninya (Cimbala and Heinshon, 2003).

2) Rekayasa *Engginer*.

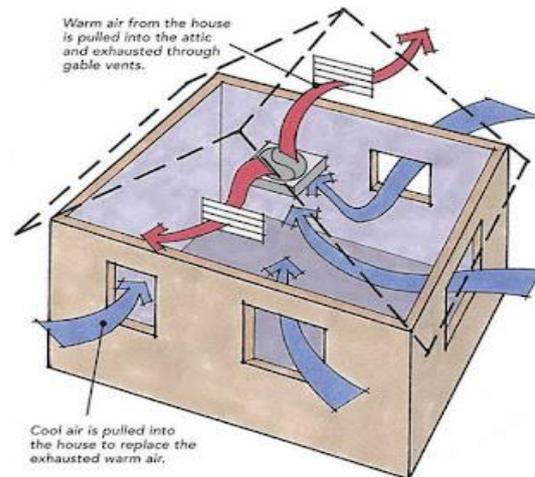
a) Sirkulasi Udara, Suhu, dan Kelembaban

Kondisi wilayah penelitian merupakan perkampungan yang padat penduduk dengan bangunan rumah yang saling berdekatan dan berada pada gang-gang kecil. Kondisi tersebut menyebabkan masyarakat menjadi kurang peduli terhadap keberadaan ventilasi pada bangunan rumah masing-masing. Di dalam Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011 beberapa cara untuk mengatasi kondisi tersebut adalah melakukan penambahan *exhaust fan* pada bagian atas rumah. *Exhaust fan* berfungsi untuk menurunkan suhu ruangan dan menghilangkan kelembaban berlebih serta membantu untuk memastikan sirkulasi udara dalam ruangan tetap bersih dan segar. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Jaya dkk (2022) yang menyatakan bahwa apabila kondisi fisik rumah tidak memungkinkan dirubah untuk menambahkan ventilasi alami, maka hal yang dapat dilakukan adalah menambahkan ventilasi mekanik berupa *exhaust fan*. Fungsi *exhaust fan* di dalam rumah adalah sebagai sarana sirkulasi udara dalam ruang, sehingga kondisi udara di dalam ruangan tetap sejuk serta menjaga kondisi ruangan rumah selalu tetap dalam keadaan suhu dan kelembaban yang optimum.



Gambar 4.16 Contoh Pemasangan *Exhaust Fan*

Sumber: Google.Com, 2023



Gambar 4.17 Contoh *Cross Ventilation* Dengan *Exhaust Fan*

Sumber: Google.Com, 2023

Pada **Gambar 4.16** di atas merupakan contoh dari pemasangan *exhaust fan* pada bagian atas rumah dan juga pada **Gambar 4.17** adalah contoh sirkulasi udara di dalam rumah dengan bantuan *exhaust fan*. Dengan demikian meskipun telah terdapat *exhaust fan* pada bagian atas rumah, kebiasaan untuk selalu membuka setiap ventilasi rumah harus dilakukan baik pintu maupun jendela, sehingga udara segar dapat masuk ke dalam rumah dengan baik yang nantinya akan menggantikan udara kotor di dalam rumah yang akan disedot dengan bantuan *exhaust fan*.

b) Pencahayaan

Salah satu cara yang dapat digunakan untuk meningkatkan pencahayaan di dalam rumah sesuai dengan instruksi Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011 adalah mengganti beberapa atap dengan kaca yang berfungsi untuk memaksimalkan pencahayaan alami yang bersumber dari cahaya matahari untuk masuk ke dalam rumah. Cahaya matahari yang masuk dengan maksimal juga dapat menurunkan kelembaban berlebih pada suatu ruangan. Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Wulansari dkk (2020) yang menyatakan bahwa untuk meningkatkan intensitas cahaya di dalam ruangan dapat dilakukan dengan pemasangan genting kaca pada atap rumah, sehingga cahaya matahari dapat masuk ke dalam ruangan. Selain itu, masuknya cahaya matahari melalui genting kaca ke dalam ruangan juga dapat menurunkan kelembaban ruangan yang berlebih.



Gambar 4.18 Contoh Penggunaan Genteng Kaca
Sumber: Google.Com, 2023

Cukupnya pencahayaan alami yang masuk ke dalam ruangan menjadi sangat penting, karena pencahayaan alami memiliki fungsi utama untuk membunuh agen biologi di dalam ruangan yang dapat mengganggu kesehatan bagi para penghuninya (Romadhan S dkk., 2019).

c) Karbon Monoksida (CO)

Terdapat beberapa upaya yang dapat dilakukan sebagai pengendalian maupun penanggulangan pencemaran udara di dalam ruangan yang diakibatkan oleh polutan kimia berbahaya salah satunya adalah gas karbon monoksida (CO) yaitu dengan menggunakan tanaman lidah mertua (*sansevieria*) dan sirih gading (*Epipremnum Aureum*).



Gambar 4.19 Tanaman Hias Lidah Mertua (*Sansevieria*)
Sumber: Google. Com, 2023

Selain menghasilkan oksigen, keberadaan tanaman hias lidah mertua di dalam ruangan juga dapat menurunkan gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh

Cahyanti & Posmaningsih (2020) menyatakan bahwa tanaman lidah mertua dapat menurunkan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan. Hasil pengukuran gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan sebelum diberikan tanaman lidah mertua sebesar 64,27 ppm dan setelah diberikan tanaman lidah mertua turun menjadi 42,06 ppm. Dalam penelitian ini juga dilakukan uji *paired t-test* dan didapatkan nilai $p < 0,05$ yang artinya terdapat penurunan signifikan terhadap konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan setelah diberikan tanaman *sansevieria*.



Gambar 4.20 Tanaman Hias Sirih Gading (*Epipremnum Aureum*)
Sumber: Google. Com, 2023

Untuk mengurangi konsentrasi gas karbon monoksida (CO) di udara dalam ruangan juga dapat menggunakan tanaman sirih gading. Pada penelitian yang dilakukan oleh Yuniar Putrianingsih & Yusriani Sapta Dewi (2022) membuktikan bahwa tanaman sirih gading mampu menyerap gas karbon monoksida (CO) di dalam ruangan secara efektif. Konsentrasi gas karbon monoksida (CO) sebelum diberikan tanaman sirih gading pada ruangan pertama sebesar 330 ppm dan untuk ruangan kedua sebesar 437 ppm. Setelah diberikan 1 pot tanaman sirih gading konsentrasi gas karbon monoksida (CO) turun menjadi 157 ppm pada ruangan pertama dan 197 ppm untuk ruangan kedua. Sedangkan apabila diberikan 2 pot tanaman sirih gading penurunan konsentrasi gas karbon monoksida (CO) semakin efektif menjadi 91 ppm pada ruangan pertama dan 125 ppm pada ruangan kedua.

d) Angka Kuman

Upaya pengendalian dan penanggulangan yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah angka kuman di udara dalam ruang adalah memperbaiki kualitas fisik udara dalam ruang yang meliputi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya. Karena didalam penelitian yang dilakukan oleh Anggraini & Nur (2020) pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme di udara dalam ruang sangat dipengaruhi oleh kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya dalam ruang. Dimana berdasarkan hasil pengambilan sampel pada 30 ruangan, jumlah angka kuman lebih banyak pada ruangan yang memiliki kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang tidak memenuhi baku mutu. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai $p < 0,05$ yang artinya suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya memiliki hubungan yang signifikan dan berpengaruh terhadap jumlah angka kuman di udara dalam ruang.

Sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Apriyani dkk (2020) jumlah angka kuman di udara dalam ruang dapat dipengaruhi oleh kondisi suhu udara dan intensitas cahaya dalam ruang. Berdasarkan hasil uji statistik didapatkan nilai $p < 0,05$ sehingga kondisi suhu udara dan intensitas cahaya dalam ruang yang tidak memenuhi baku mutu mempengaruhi jumlah angka kuman di dalam ruang. Pengaruh suhu udara dan intensitas cahaya dalam ruang yang tidak memenuhi baku mutu mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangbiakan mikroorganisme sebesar 93,6%.

Sesuai dengan kondisi rumah para responden pada penelitian ini yang mayoritas memiliki kondisi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya yang tidak memenuhi baku mutu, sehingga jumlah angka kuman pada rumah para responden juga tidak memenuhi baku mutu. Maka, upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah angka kuman di udara dalam ruang adalah memperbaiki kondisi fisik udara dalam ruang yang meliputi suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diatas, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Rumah para responden sebagian besar memiliki kondisi luas ventilasi, suhu, intensitas cahaya, dan angka kuman udara dalam ruang yang tidak memenuhi persyaratan yang diatur di dalam Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077 Tahun 2011. Namun, kondisi karbon monoksida (CO), dan kelembaban udara di dalam ruang sebagian besar telah memenuhi persyaratan yang berlaku. Hal ini dikarenakan di dalam rumah para responden tidak banyak sumber penghasil karbon monoksida (CO) dan memiliki kondisi suhu udara yang cukup tinggi.
2. Terdapat hubungan yang signifikan dan menjadi faktor risiko antara luas ventilasi dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya. Hasil uji statistik Chi Square didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,019 dan nilai OR sebesar 4,125.
3. Adanya hubungan yang signifikan dan menjadi faktor risiko antara suhu udara dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya. Hasil uji statistik Chi Square didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,000 dan nilai OR sebesar 11,227. Sedangkan untuk kelembaban udara di dalam ruang berdasarkan hasil uji statistik Chi Square menunjukkan bahwa kelembaban udara dalam ruang tidak memiliki hubungan yang signifikan dan tidak menjadi faktor risiko dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya dengan *p-value* sebesar 0,299 dan nilai OR sebesar 1,974. Namun, untuk intensitas cahaya terdapat hubungan yang signifikan dan menjadi faktor risiko antara intensitas cahaya dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya. Hasil uji statistik Chi Square didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,009 dan nilai OR sebesar 4,750.

4. Berdasarkan hasil uji statistik Chi Square menunjukkan bahwa karbon monoksida (CO) udara dalam ruang tidak memiliki hubungan yang signifikan dan tidak menjadi faktor risiko dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya. Dikarenakan nilai uji statistik yang didapatkan konstan sehingga tidak terdapat *p-value* dan OR yang terbaca.
5. Adanya hubungan yang signifikan dan menjadi faktor risiko antara angka kuman udara dalam ruang dengan gangguan kesehatan yang terjadi di Kelurahan Tambak Wedi Kota Surabaya. Hasil uji statistik Chi Square didapatkan nilai *p-value* sebesar 0,004 dan nilai OR sebesar 5,500.
6. Terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan sebagai upaya pengendalian dan penanggulangan pencemaran udara di dalam ruang. Upaya yang dilakukan untuk memperbaiki sirkulasi udara, suhu, kelembaban udara di dalam ruang adalah dengan menambahkan *exhaust fan*. Dan juga untuk memaksimalkan intensitas cahaya di dalam ruang dapat menggunakan genting kaca. Sedangkan untuk mereduksi konsentrasi karbon monoksida (CO) di dalam ruang dapat menggunakan tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria*), Sirih Gading (*Epipremnum Aureum*). Dan juga upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi jumlah angka kuman di dalam ruang adalah dengan cara memperbaiki kualitas fisik udara dalam ruang yaitu suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka saran yang dapat diberikan adalah sebagai berikut:

1. Hasil dari penelitian ini dapat menjadi bahan edukasi dan komunikasi bagi penduduk di wilayah penelitian khususnya mengenai risiko gangguan kesehatan yang disebabkan oleh pencemaran udara dalam ruang, serta dapat melakukan rekomendasi yang telah diberikan terkait pengendalian dan penanggulangan pencemaran udara dalam ruang.
2. Untuk penelitian lebih lanjut disarankan lebih banyak responden untuk hasil yang lebih baik dan valid serta penambahan variabel-variabel penelitian seperti faktor fisik dan faktor kimia lainnya sehingga pertimbangan untuk mengetahui penyebab utama dari gangguan kesehatan menjadi lebih banyak.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaji, E. E., Clifford, M., Gibson, J., Breton, M. O., & Phalkey, R. (2020). *Association Between Specific Indoor Air Pollutants and Pneumonia Episodes in Children Under Five in Abuja, Nigeria: A Case-control Study* [Preprint]. In Review. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-57371/v2>
- Aprillia, Elfira., Tangahu, Beiby Voijant. 2023. Perencanaan Penggunaan Tanaman Hias Untuk Fitoremediasi Ruangan Dalam Apartement Dari Paparan Partikulat. *Jurnal Purifikasi*. 21(1). 20-27.
- Afriani, B., & Oktavia, L. (2021). FAKTOR RISIKO KEJADIAN PNEUMONIA PADA BAYI. *Babul Ilmi Jurnal Ilmiah Multi Science Kesehatan*, 13(2). <https://doi.org/10.36729/bi.v13i2.895>
- Agustyana, K., Ginandjar, P., & Saraswati, L. D. (2019). HUBUNGAN KONDISI FISIK RUMAH DENGAN KEJADIAN PNEUMONIA PADA BALITA DI DAERAH PERKOTAAN (Studi di Wilayah Kerja Puskesmas Bergas). *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, 7(1), 176–185.
- Al Farisi, F., Budiyono, & Setiani, O. (2018). PENGARUH SULFUR DIOKSIDA (SO₂) PADA UDARA AMBIEN TERHADAP RISIKO KEJADIAN PNEUMONIA PADA BALITA. *JURNAL KESEHATAN MASYARAKAT*, 6(4), 439.
- Anggraini, D., & Nur, N. H. (2020). Pengaruh Kondisi Fisik Lingkungan Terhadap Angka Kuman Udara Dan Keberadaan Bakteri Staphylococcus Di Ruang Rawat Inap Rumah Sakit Islam Faisal Makassar. *Jurnal Promotif Preventif*, 3(1), 22–29. <https://doi.org/10.47650/jpp.v3i1.150>
- Apriyani, A., Wijayanti, P. E. H., & Habibi, M. (2020). Pencahayaan, Suhu dan Indeks Angka Kuman Udara di Ruang Rawat Rumah Sakit Tk. IV Samarinda. *Jurnal Penelitian Kesehatan "SUARA FORIKES" (Journal of Health Research "Forikes Voice")*, 11(2), 157. <https://doi.org/10.33846/sf11211>
- Aristatia, N., & Yulyani, V. (2021). ANALISIS FAKTOR - FAKTOR YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN INFEKSI SALURAN PERNAFASAN AKUT (ISPA) PADA BALITA DI PUSKESMAS PANJANG KOTA BANDAR LAMPUNG TAHUN 202. *Journal Of Health and Medical*, 1(4), 508–535.
- A'yun, I. Q., & Umaroh, R. (2022). Polusi Udara dalam Ruangan dan Kondisi Kesehatan: Analisis Rumah Tangga Indonesia. *Jurnal Ekonomi dan Pembangunan Indonesia*, 22(1), 16–26. <https://doi.org/10.21002/jepi.2022.02>

- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 16-7061-2004. Pengukuran Iklim Kerja (Panas) Dengan Parameter Indeks Suhu Basah Dan Bola. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2011. SNI 7119.10-2011. Tentang Cara Uji Kadar Karbon Monoksida (CO) Menggunakan Metode *Non Dispersive Infra Red* (NDIR). Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2019. SNI 7062:2019. Pengukuran Intensitas Pencahayaan Di Tempat Kerja. Badan Standarisasi Nasional : Jakarta.
- Bahri, B., Raharjo, M., & Suhartono, S. (2021). DAMPAK POLUSI UDARA DALAM RUANGAN PADA KEJADIAN KASUS PNEUMONIA: SEBUAH REVIEW. *LINK*, 17(2), 99–104. <https://doi.org/10.31983/link.v17i2.6833>
- Bahri, B., Raharjo, M., & Suhartono, S. (2022). Hubungan Kondisi Fisik Lingkungan Rumah dan Angka Kuman Udara Dengan Kejadian Pneumonia Balita (Studi di Wilayah Kerja Puskesmas Baturraden II Banyumas). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(2), 170–179. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.2.170-179>
- Buana, I., & Harahap, D. A. (2022). ASBESTOS, RADON DAN POLUSI UDARA SEBAGAI FAKTOR RESIKO KANKER PARU PADA PEREMPUAN BUKAN PEROKOK. *AVERROUS: Jurnal Kedokteran dan Kesehatan Malikussaleh*, 8(1), 1. <https://doi.org/10.29103/averrous.v8i1.7088>
- Cahyanti, K. P., & Posmaningsih, D. A. A. (2020). Tingkat Kemampuan Penyerapan Tanaman Sansevieria Dalam Menurunkan Polutan Karbon Monoksida. *Jurnal Kesehatan Lingkungan (JKL)*, 10(1). <https://doi.org/10.33992/jkl.v10i1.1090>
- Datau, S. Y., Irwan, I., & Lalu, N. S. (2020). GAMBARAN KUALITAS FISIK UDARA DAN IDENTIFIKASI JAMUR UDARA DI CV MUFIDAH STORE KOTA GORONTALO. *Journal Health & Science : Gorontalo Journal Health and Science Community*, 4(2), 68–75. <https://doi.org/10.35971/gojhes.v4i2.7735>
- Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021a). Literatur Review: Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 88. <https://doi.org/10.31602/ann.v8i1.4815>

- Dewi, W. C., Raharjo, M., & Wahyuningsih, N. E. (2021b). Literatur Review: Hubungan Antara Kualitas Udara Ruang Dengan Gangguan Kesehatan Pada Pekerja. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 8(1), 88. <https://doi.org/10.31602/ann.v8i1.4815>
- Dwimawati, E. (2021). Smoke Exposure at Home to the Incidence of Pneumonia in Children Under 5 Years Old. *Indian Journal of Forensic Medicine & Toxicology*, 15(1), 1872–1878. <https://doi.org/10.37506/ijfmt.v15i1.13683>
- Edar, A. N., & Wahyuni, A. (2021). Pengaruh Suhu dan Kelembaban Terhadap Rasio Kelembaban dan Entalpi (Studi Kasus: Gedung UNIFA Makassar). *LOSARI : Jurnal Arsitektur Kota dan Pemukiman*, 102–114. <https://doi.org/10.33096/losari.v6i2.311>
- Ezikornwor Weli, V. (2021). Effect of Cooking Fuel Choice on the Typology of Indoor Pollutants in Port Harcourt Metropolis: Implications for the incidence of Sick Building Syndrome. *Journal of Pollution Effects & Control*, 9(287), 1–11. <https://doi.org/DOI: 10.35248/2375-4397.21.9.287>
- Falah, M., Lismayanti, L., Sari, N. P., Handayani, H., & Fadhilah, N. (2023). Lingkungan Fisik Rumah Penderita Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) di Kota Tasikmalaya. *Jl-KES (Jurnal Ilmu Kesehatan)*, 6(2), 122–128. <https://doi.org/10.33006/jikes.v6i2.562>
- Farmani, P. I. (2020). Hubungan Penerangan Alami dengan Kasus Pneumonia pada Bayi dan Balita di Wilayah Puskesmas II Denpasar Selatan Tahun 2011. *Jurnal Genta Kebidanan*, 10(1), 27–32. <https://doi.org/10.36049/jgk.v10i1.15>
- Faturrachman, F., & Mulyana, Y. (2019). The Detection of Pathogenic Fungi on Prayer Rugs of The Mosques at Jatinangor Campus of Universitas Padjadjaran. *Journal of Medicine & Health*, 2(3). <https://doi.org/10.28932/jmh.v2i3.1220>
- Ginting, D. B., Santosa, I., & Trigunarso, S. I. (2022). Pengaruh Suhu, Kelembaban Dan Kecepatan Angin Air Conditioner (AC) Terhadap Jumlah Angka Kuman Udara Ruangan. *Jurnal Analis Kesehatan*, 11(1), 44. <https://doi.org/10.26630/jak.v11i1.3183>
- Gładyszewska-Fiedoruk, K., & Wiater, J. (2022). Indoor Air Quality with Particular Reference to Carbon Monoxide in the Room – A Pilot Study. *Journal of Ecological Engineering*, 23(6), 286–293. <https://doi.org/10.12911/22998993/149284>

- Guercio, V., Pojum, I. C., Leonardi, G. S., Shrubsole, C., Gowers, A. M., Dimitroulopoulou, S., & Exley, K. S. (2021). Exposure to indoor and outdoor air pollution from solid fuel combustion and respiratory outcomes in children in developed countries: A systematic review and meta-analysis. *Science of The Total Environment*, 755, 142187. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142187>
- Handayani, Erna. 2020. ANALISIS RISIKO MIKROBIOLOGI UDARA DALAM RUANG PADA PUSKESMAS DI KOTA SEMARANG. Thesis. Universitas Diponegoro Semarang.
- Hardani., Adriani, Helmina. Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. Yogyakarta: Pustaka Ilmu.
- Ifunanya Ohagim, P., Michael Ikon, G., Chika Matthew, P., & Amarachi Ohagim, G. (2017). Microbiological Assessment of Indoor Air in Public Toilets across Selected Motor Parks in Owerri Metropolis, Nigeria. *Journal of Microbiology & Experimentation*, 5(6). <https://doi.org/10.15406/jmen.2017.05.00166>
- Indah, N., Suryani, L., & Rosalina, S. (2022). Analisis Faktor Resiko Kejadian Pneumonia Pada Balita di Wilayah Kerja Puskesmas Sidorejo Kota Pagar Alam. *Jurnal Kesehatan Saelmakers PERDANA*, 5(2), 370–381. <https://doi.org/10.32524/jksp.v5i2.683>
- Irfan, S., & Purnomo, H. (2018). STUDI KOMPARASI EMISI GAS BUANG MESIN DIESEL MENGGUNAKAN BAHAN BAKAR SOLAR DAN MINYAK KELAPA (VIRGIN COCONUT OIL). *Jurnal 7 Samudra*, 3(1), 18–25. <https://doi.org/10.54992/7samudra.v3i1.26>
- Jaya, R., Ani, S., Wulandari, K., & Syahri, D. (2022). Hubungan Kualitas Lingkungan Fisik Rumah dan Status Imunisasi dengan Kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Atas Pada Balita. *Sulolipu: Media Komunikasi Sivitas Akademika dan Masyarakat*, 22(2), 231. <https://doi.org/10.32382/sulolipu.v22i2.2908>
- Kansiime, W. K., Mugambe, R. K., Atusingwize, E., Wafula, S. T., Nsereko, V., Ssekamatte, T., Nalugya, A., Coker, E. S., Ssempebwa, J. C., & Isunju, J. B. (2022). Use of biomass fuels predicts indoor particulate matter and carbon monoxide concentrations; evidence from an informal urban settlement in Fort Portal city, Uganda. *BMC Public Health*, 22(1), 1723. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-14015-w>
- Lewis, Alastair. 2022. Air Quality Expert Group Indoor Air Quality. United Kingdom: Department For Environment. D.O.I 10.5281/zenodo.6523605

- Mulyani, V. H. (2020). Healthy Household and Complete Basic Immunization as A Risk for Causes of Toddler Pneumonia in Jember Regency: Correlation Study. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 12(1), 30. <https://doi.org/10.20473/jkl.v12i1.2020.30-38>
- Mukono HJ. 2019. Pencemaran Udara Dalam Ruang Berorientasi Kesehatan Masyarakat. Surabaya: Airlangga University Press; 2006.
- Mutmainnah, A. (2020). *PENGEMBANGAN ALAT MONITORING KADAR GAS KARBON MONOKSIDA (CO) BERBASIS IOT*. 1(1), 1–7.
- Nugroho, R. T. (2023). Analysis of The Effect of Large Population on Nitrogen Dioxide and Carbon Monoxide Levels in Java Island Using Sentinel-5P. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1127(1), 012028. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1127/1/012028>
- Nurjayanti, T. N., Maywati, S., & Gustaman, R. A. (2022). HUBUNGAN KONDISI FISIK RUMAH TERHADAP KEJADIAN PNEUMONIA PADA BALITA DI KAWASAN PADAT PENDUDUK KOTA TASIKMALAYA (Studi kasus di Wilayah Kerja Puskesmas Tawang). *Jurnal Kesehatan Komunitas Indonesia*, 18(1), 395–405.
- Patria, Muhammad Arafat. 2016. Faktor Risiko Pneumonia Pada Balita Di Indonesia: Narative Review Penelitian Akademikbidang Kesehatan Masyarakat. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*. 10(2). 57-62.
- Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1077. 2011. Pedoman Penyehatan Udara Dalam Ruang Rumah.
- Profil Kesehatan Indonesia. 2021. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia.
- Profil Kesehatan Kota Surabaya. 2020. Dinas Kesehatan Kota Surabaya Jawa Timur Indonesia.
- Posmaningsih, D. A. A. (2019). *Pendampingan Upaya Pencegahan terhadap Gangguan Penyakit Infeksi Saluran Pernapasan Akut di Kecamatan Selemadeg Timur Kabupaten Tabanan*. 1(2), 120–127.
- Prihant, G. S., Widati, K. C., Yovi P, T., Dewi A, Z., Kirtanti, W., Restu A, Moh. I., Elvaretta, S. E., Susilo, A. A., Audiawiyanti P, T. J., . F., & Putri, A. (2022). The Effect of House Environmental Factors on the Incidence of Pneumonia in Toddlers. *KnE Medicine*. <https://doi.org/10.18502/kme.v2i3.11880>

- Putra, I., Ikhtiar, M., & Emelda, A. (2018). Analisis Mikroorganisme Udara terhadap Gangguan Kesehatan dalam Ruang Administrasi Gedung Menara UMI Makassar. *Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Muslim Indonesia*, 1(2), 68–75.
- Putri, R. A. (2019). HUBUNGAN KONDISI RUMAH DENGAN KEJADIAN ISPA DI DESA KOTAGAJAH KECAMATAN KOTAGAJAH KABUPATEN LAMPUNG TENGAH. *Ruwa Jurai*, 13(2), 75–80.
- Rahmawati, F. N. (2018). Relationship between House Sanitation and Number of Bacterial in Bed Room with Pneumonia Case of Children Under Five Years Old in Kenjeran Sub District Surabaya. *JURNAL KESEHATAN LINGKUNGAN*, 10(3), 306. <https://doi.org/10.20473/jkl.v10i3.2018.306-312>
- Rahmawati, S., Ekasari, F., & Yuliani, V. (2021). HUBUNGAN LINGKUNGAN FISIK RUMAH DENGAN KEJADIAN TUBERKULOSIS DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS PEKALONGAN KABUPATEN LAMPUNG TIMUR TAHUN 2020. *Indonesian Journal Of Healath and Medical*, 1(2), 254–265.
- Ranathunga, N., Perera, P., Nandasena, S., Sathiakumar, N., Kasturiratne, A., & Wickremasinghe, R. (2019). Effect of household air pollution due to solid fuel combustion on childhood respiratory diseases in a semi urban population in Sri Lanka. *BMC Pediatrics*, 19(1), 306. <https://doi.org/10.1186/s12887-019-1674-5>
- Rizaldi, M. A., Azizah, R., Latif, M. T., Sulistyorini, L., & Salindra, B. P. (2022). Literature Review: Dampak Paparan Gas Karbon Monoksida Terhadap Kesehatan Masyarakat yang Rentan dan Berisiko Tinggi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 21(3), 253–265. <https://doi.org/10.14710/jkli.21.3.253-265>
- Romadhan S, S., Haidah, N., & Hermiyanti, P. (2019). HUBUNGAN KONDISI FISIK RUMAH DENGAN KEJADIAN TUBERKULOSIS PARU DI WILAYAH KERJA PUSKESMAS BABANA KABUPATEN MAMUJU TENGAH. *An-Nadaa: Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(2). <https://doi.org/10.31602/ann.v6i2.2680>
- Rosa, A. A., Simon, B. A., & Lieanto, K. S. (2020). Sistem Pendeteksi Pencemar Udara Portabel Menggunakan Sensor MQ-7 dan MQ-135. *12(1)*, 23–28.
- Samosir, K., & Eustasia, E. (2019). Hubungan Faktor Lingkungan Fisik Rumah dengan Kejadian Pneumonia di Wilayah Kerja Puskesmas Jatibarang Kabupaten Indramayu. *Jurnal Kesehatan Terpadu (Integrated Health Journal)*, 10(2), 36–43. <https://doi.org/10.32695/jkt.v10i2.43>

- Sari, A. (2019). ANALISIS LINGKUNGAN FISIK UDARA TERHADAP ANGKA KUMAN UDARA DI RUMAH SAKIT. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 113(1), 81–89.
- Sari, D. A., & Darundiati, Y. H. (2019). Hubungan antara Kualitas Udara dalam Ruang dengan Kejadian Pneumonia pada Bayi di Wilayah Kerja Puskesmas Bandarharjo Kota Semarang. *Media Kesehatan Masyarakat Indonesia*, 18(3), 12–18.
- Sari, K. P. (2021). ANALISIS PERBEDAAN SUHU DAN KELEMBABAN RUANGAN PADA KAMAR BERDINDING KERAMIK. *Jurnal Inkofar*, 1(2). <https://doi.org/10.46846/jurnalinkofar.v1i2.156>
- Setiawan, B., & Hartanti, G. (2014). Pencahayaan Buatan pada Pendekatan Teknis dan Estetis untuk Bangunan dan Ruang Dalam. *Humaniora*, 5(2), 122. <https://doi.org/10.21512/humaniora.v5i2.3265>
- Sriratih, E. A., Suhartono, S., & Nurjazuli, N. (2021). ANALISIS FAKTOR LINGKUNGAN FISIK DALAM RUANG YANG BERHUBUNGAN DENGAN KEJADIAN TUBERKULOSIS PARU DI NEGARA BERKEMBANG. *Jurnal Kesehatan Masyarakat (Undip)*, 9(4), 473–482. <https://doi.org/10.14710/jkm.v9i4.29741>
- Subarno, A. C., & Erawati, E. (2022). Studi Angka Kuman Udara Di Instalasi Bedah Sentral (IBS) RSUD Dr. Moewardi. *Prosiding UNIMUS*, 5(1), 1329–1340.
- Sugiyono. 2013. Metode Penelitian Kualitatif & Kuantitatif. Bandung: Alfa Beta
- Sukmawaty, E., Manyullei, S., & Cahyani, V. D. (2017). Kualitas Bakteriologis Udara Dalam Ruang Perawatan VIP Anak RSUD H. Padjonga Daeng Ngalle Kabupaten Takalar. *Prosiding Seminar Nasional Biology for Life*, 1(1), 38–43.
- Tran, V. V., Park, D., & Lee, Y.-C. (2020). Indoor Air Pollution, Related Human Diseases, and Recent Trends in the Control and Improvement of Indoor Air Quality. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(8), 2927. <https://doi.org/10.3390/ijerph17082927>
- Tulandi, D. G., Handriyono, R. E., & Hakim, J. A. R. (2019). Analisis Konsentrasi CO Pada Kegiatan Industri Pengasapan Ikan Di Tambak Wedi Surabaya. *Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya*, 1(1), 107–112.

- Umar, M. S., Tadeus, D. Y., Mangkusasmito, F., & Bawono, A. (2022). RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN SUHU DAN KELEMBABAN PADA BOX PENYIMPANAN PRODUK BERBAHAN KULIT BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO. *Berkala Fisika*, 25(1), 27–35.
- Utami, H. T., & Windraswara, R. (2019). Korelasi Meteorologi dan Kualitas Udara dengan Pneumonia Balita di Kota Semarang Tahun 2013-2018. *HIGEIA JOURNAL OF PUBLIC HEALTH RESEARCH AND DEVELOPMENT*, 3(4), 588–598. <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/higeia>
- Wahyuni, N. T., Aeni, H. F., & Azizudin, M. (2020). Hubungan Kebiasaan Merokok di dalam Rumah dengan Kejadian Pneumonia pada Anak Usia 1-4 Tahun. *Jurnal SMART Kebidanan*, 7(2), 108. <https://doi.org/10.34310/sjkb.v7i2.388>
- Wathon, S., & Utami, E. T. (2022). Diversifikasi Produk Olahan Limbah Biji Kopi Robusta (*Coffea canephora*) Menjadi Pengharum Ruangan Aroma Terapi. *University of Jember*, 14(2), 141–152. <https://doi.org/10.19184/wrtp.v14i2.17121>
- Weyant, C. L., Thompson, R., Lam, N. L., Upadhyay, B., Shrestha, P., Maharjan, S., Rai, K., Adhikari, C., Fox, M. C., & Pokhrel, A. K. (2019). In-Field Emission Measurements from Biogas and Liquefied Petroleum Gas (LPG) Stoves. *Atmosphere*, 10(12), 729. <https://doi.org/10.3390/atmos10120729>
- Wulandari, R. A., Ma'rufi, I., & Ellyke, E. (2022). ANALISIS KEMAMPUAN LILI PARIS (*CHLOROPHYTUM COMOSUM VARIEGATUM*) DALAM MENYERAP FORMALIN DI RUANGAN. *IKESMA*, 18(1), 57. <https://doi.org/10.19184/ikesma.v18i1.24467>
- Wulansari, T. A., Thohari, I., & Nerawati, A. D. (2020). HUBUNGAN HIGIENE PERORANGAN DAN KONDISI FISIK RUMAH DENGAN KEJADIAN PENYAKIT KUSTA (Studi Kasus di Puskesmas Tanjung Bumi Kabupaten Bangkalan Tahun 2019). *GEMA LINGKUNGAN KESEHATAN*, 18(1). <https://doi.org/10.36568/kesling.v18i1.1119>
- Yani, P. I., & Antonisfia, Y. (2020). MONITORING DAN KONTROL KADAR CO2 DALAM RUANGAN BERBASIS SISTEM PENCIUMAN ELEKTRONIK. *Engineering and Science*, 6(1), 388–395.
- Yuniar Putrianingsih & Yusriani Saptu Dewi. (2022). Pengaruh Tanaman Sirih Gading (*Epipremnum aureum*) Terhadap Polutan Udara Dalam Ruangan. *JURNAL TECHLINK*, 3(1), 9–16. <https://doi.org/10.59134/jtnk.v3i1.55>

Triwartinah. 2020. Bahan Ajar Statistik Non Parametrik. Jakarta: UHAMKA Press.

Zolanda, A., Raharjo, M., & Setiani, O. (2021). FAKTOR RISIKO KEJADIAN INFEKSI SALURAN PERNAFASAN AKUT PADA BALITA DI INDONESIA. *LINK*, 17(1), 73–80. <https://doi.org/10.31983/link.v17i1.6828>



UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A