

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA)

1. Pengertian ISPA

Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) mengandung tiga unsur yaitu infeksi, saluran pernafasan dan akut. Yang dimaksud dengan infeksi adalah masuknya mikroorganisme ke dalam tubuh manusia dan berkembang biak sehingga menimbulkan gejala penyakit. Saluran pernapasan merupakan organ yang dimulai dari hidung hingga alveolus dan organ tambahannya seperti sinus, rongga telinga tengah, dan pleura. Dan infeksi akut adalah infeksi yang berlangsung hingga 14 hari. Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA) merupakan penyakit yang menyerang organ pernafasan dari hidung sampai alveoli dan organ adneksanya (sinus, rongga telinga tengah, pleura) yang disebabkan oleh lebih dari 300 jenis mikroorganisme seperti bakteri, virus atau jamur yang berlangsung sampai dengan 14 hari (Kemenkes, 2022).

Infeksi saluran pernapasan meliputi infeksi saluran pernapasan atas dan infeksi saluran pernapasan bawah. Infeksi Saluran Pernapasan Atas merupakan infeksi primer di atas laring yang terdiri atas rinitis, faringitis, tonsilitis, rinosinusitis, dan otitis media. ISPA bagian atas ini dapat menyebabkan kematian dalam jumlah kecil, namun dapat menyebabkan kecacatan, misalnya otitis media yang menyebabkan ketulian. Sedangkan Infeksi Saluran Pernafasan Bawah (ISPA) adalah infeksi yang terjadi di

bawah laring (laring) yang terdiri atas epiglotis, bronkitis, bronkiolitis, dan pneumonia. ISPA bagian bawah biasanya terjadi karena ISPA bagian atas mengandung virus yang menyebar ke saluran pernafasan bagian bawah. ISPA yang lebih rendah inilah yang paling sering menyebabkan kematian yaitu Pneumonia (Karimah & Oktaviani, 2023).

ISPA disebut sebagai pandemi yang terlupakan atau *The Forgotten Killer of Children*. Hal tersebut karena ISPA merupakan penyakit akut yang dapat menular dengan cepat dan berdampak signifikan terhadap kesehatan masyarakat. ISPA merupakan salah satu dari sepuluh penyakit yang paling banyak ditemui di fasilitas kesehatan, mulai dari yang paling ringan, seperti rinitis, hingga yang paling mematikan, seperti pneumonia, dan yang dapat menyebabkan epidemi atau pandemi, seperti influenza (Kemenkes, 2022).

2. Etiologi ISPA

ISPA tergantung pada patogen penyebab, karakteristik inang, dan faktor lingkungan yang dapat menyebabkan berbagai macam penyakit, mulai dari infeksi ringan hingga kondisi serius dan mematikan. ISPA diakibatkan oleh lebih dari 300 jenis bakteri, virus, dan jamur. Adapun bakteri agen penyebab ISPA, yaitu *Streptokokus*, *Stafilokokus*, *Pneumokokus*, *Hemofilus influenza*, *Bordetella* dan *Corynebacterium*. Sedangkan virus penyebab ISPA, yaitu *Myxovirus*, *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Picornavirus*, *Mycoplasma*, *Herpesvirus*. Jamur penyebab ISPA, yaitu *Aspergillus SP*, *Candida Histoplasma*, *Candidia albicans*,

Blastomyces dermatitidis, Histoplasma capsulatum, Coccidioides immitis, dan Cryptococcus neoformans (Kemenkes, 2022).

Penyebab penyakit saluran pernafasan yang paling sering adalah virus. Virus menginfeksi trakea, bronkus, dan mukosa hidung. Mukosa akan membengkak dan mengeluarkan banyak lendir setelah paparan virus awal (infeksi virus primer), sehingga udara tidak dapat melewati saluran pernapasan. Tubuh menggunakan batuk sebagai mekanisme pertahanan untuk membersihkan saluran pernapasan dari lendir. Ketika virus menyerang mukosa, bakteri dapat dengan mudah berkembang biak di sana, menyebabkan infeksi sekunder yang memperburuk kondisi. Infeksi saluran pernapasan bawah sebagian besar disebabkan oleh bakteri, dengan *Streptococcus pneumonia* menjadi penyebab paling umum di banyak negara. Namun, virus atau infeksi campuran virus-bakteri merupakan penyebab utama sebagian besar ISPA. Namun, sebagian besar ISPA disebabkan oleh virus atau campuran infeksi virus-bakteri (WHO, 2020).

3. Patogenesis ISPA

Mayoritas kasus ISPA disebarkan melalui droplet, namun beberapa agen patogen juga dapat menyebarkan penyakit melalui kontak intim (seperti kontaminasi tangan yang diikuti dengan inokulasi yang tidak disengaja) dan aerosol pernapasan yang menular. Air liur, darah, bersin, dan udara pernapasan yang mengandung kuman yang terhirup oleh orang sehat ke dalam sistem pernapasannya semuanya dapat menyebarkan penyakit ISPA (Kemenkes, 2022).

Ketika virus berinteraksi dengan tubuh, perjalanan klinis penyakit ISPA dimulai. Silia pada permukaan saluran pernafasan akan bergeser lebih tinggi ketika virus masuk ke saluran pernafasan. Virus kemudian akan ditularkan ke faring atau, melalui refleks spasme, melalui laring. Jika refleks ini tidak berhasil, virus dapat merusak mukosa dan lapisan epitel saluran pernafasan. Peradangan virus pada kedua lapisan ini menyebabkan batuk kering. Jumlah kelenjar lendir yang aktif akan meningkat jika lapisan dinding sistem pernafasan rusak. Hal ini akan menyebabkan keluarnya lendir secara berlebihan. Gejala batuk mungkin disebabkan oleh rangsangan cairan yang berlebihan. Gejala ISPA yang paling umum adalah batuk.

Adanya infeksi virus merupakan faktor predisposisi terjadinya infeksi sekunder bakteri. Infeksi bakteri tersebut menyebabkan kerusakan mekanisme mukosiliaris yang melindungi saluran pernafasan terhadap infeksi bakteri. Bakteri patogen ini, seperti *Streptococcus pneumonia*, *Haemophilus influenza*, dan *Staphylococcus* dapat dengan mudah menyerang mukosa yang telah rusak sehingga menyumbat saluran pernafasan atas. Faktor cuaca dan malnutrisi biasanya akan semakin mempermudah penyebaran bakteri ini.

Selain menyebabkan kejang dan demam, virus yang menasar saluran pernafasan bagian atas juga dapat menyebar ke saluran pernafasan bagian bawah dan bagian tubuh lainnya. Pneumonia bakteri terjadi ketika bakteri

yang biasanya ditemukan di saluran pernapasan bagian atas menyerang saluran pernapasan bagian bawah, termasuk paru-paru.

Berdasarkan uraian tersebut, perjalanan klinis penyakit ISPA dibagi menjadi tahap prepatogenesis dan patogenesis.

a. Prepatogenesis

Meskipun telah ditemukan penyebabnya, tetapi belum terjadi reaksi atau gejala. Interaksi terjadi selama periode ini, baik antara agen dan lingkungan maupun antara host dan lingkungan.

- 1) Interaksi antara *agent* dan *environment*. Dipengaruhi oleh lokasi geografis terhadap pertumbuhan agen serta efek perubahan cuaca terhadap penyebaran virus dan bakteri penyebab ISPA.
- 2) Interaksi antara *host* dan *environment*. Dipengaruhi oleh pencemaran lingkungan seperti asap dari kebakaran hutan, gas dari sarana transportasi, dan polusi udara dalam rumah dapat menyebabkan penyakit ISPA pada *host*.

b. Patogenesis

Terdiri dari tahap inkubasi, tahap penyakit dini, tahap penyakit lanjut dan tahap penyakit akhir.

- 1) Tahap inkubasi, agen penyebab ISPA merusak lapisan epitel dan lapisan mukosa yang merupakan pelindung utama pertahanan sistem saluran pernapasan. Akibatnya, tubuh menjadi lemah. Tahap penyakit dini, dimulai dengan munculnya gejala.
- 2) Tahap penyakit lanjut, diperlukan pengobatan yang tepat.

- 3) Tahap penyakit akhir, penderita dapat sembuh sempurna, sembuh dengan atelektasis, menjadi kronis, dan dapat meninggal akibat pneumonia.

4. Tanda dan Gejala ISPA

Tanda dan gejala ISPA biasanya muncul dengan cepat, yaitu dalam beberapa jam sampai beberapa hari. Penyakit ISPA dapat menimbulkan berbagai macam tanda dan gejala. Tanda dan gejala ISPA seperti batuk, hidung tersumbat, sakit tenggorokan, demam, sesak napas atau sulit bernapas, sakit kepala, nyeri otot dan sendi, lemah atau lelah, suara serak, pilek atau nyeri sinus, mual, dan nafsu makan menurun (Kemenkes, 2022).

Menurut Djojodibroto (2016), anatomi saluran pernafasan yang terkena tercermin dari tanda dan gejala ISPA, yaitu:

- a. Tanda dan gejala infeksi saluran pernafasan atas, yaitu bersin, sumbatan hidung, mata berair, konjungtivitis ringan, sakit tenggorokan ringan hingga parah, kekeringan langit-langit lunak posterior dan uvula, sakit kepala, malaise, lesu, batuk, dan bahkan sampai menyebabkan demam.
- b. Tanda dan gejala infeksi saluran pernafasan bawah, yaitu hidung tersumbat, pilek, atau sakit tenggorokan, biasanya mendahului timbulnya gejala. Batuk ringan hingga batuk parah biasanya menjadi tanda awal dari ISPA. Dahak juga akan dihasilkan setelah beberapa hari terinfeksi, dapat berupa mukopurulen dan mukus. Jika produksi

dahak semakin meningkat, biasanya akan mulai terdengar suara mengi atau kresek selama pemeriksaan fisik.

Berdasarkan tingkat keparahannya, ISPA dibagi menjadi 3 kelompok, yaitu :

a. ISPA Ringan

Seseorang dinyatakan menderita ISPA ringan jika ditemukan satu atau lebih gejala-gejala seperti berikut :

- 1) Batuk.
- 2) Pilek (mengeluarkan lendir atau ingus dari hidung).
- 3) Serak (suara parau ketika berbicara).
- 4) Sesak yang disertai dan tanpa disertai demam ($>37^{\circ}\text{C}$).
- 5) Keluarnya cairan dari telinga yang lebih dari 2 minggu tanpa ada rasa sakit.

b. ISPA Sedang

Seseorang dinyatakan menderita ISPA sedang jika dijumpai gejala dari ISPA ringan disertai satu atau lebih gejala-gejala, yaitu:

- 1) Pernapasan yang cepat lebih dari 50 kali per menit pada anak berumur kurang dari satu tahun atau lebih dari 40 kali permenit pada anak yang berumur satu tahun atau lebih.
- 2) Suhu lebih dari 39°C .
- 3) Tenggorokan berwarna merah.
- 4) Timbul bercak-bercak pada kulit menyerupai bercak campak.
- 5) Telinga sakit atau mengeluarkan nanah dari lubang telinga.

6) Pernafasan berbunyi seperti mendengkur.

7) Pernafasan berbunyi menciut-ciut.

c. ISPA Berat

Seseorang dinyatakan menderita ISPA berat jika dijumpai gejala-gejala ISPA ringan atau ISPA sedang disertai satu atau lebih gejala-gejala seperti berikut :

- 1) Lubang hidung kembang kempis (dengan cukup lebar) pada saat bernapas.
- 2) Tidak sadar atau kesadarannya menurun.
- 3) Pernapasan berbunyi seperti mengorok, menciut dan anak tampak gelisah.
- 4) Sela iga tertarik ke dalam pada waktu bernapas.
- 5) Nadi cepat lebih dari 60 kali permenit atau tidak teraba.
- 6) Tenggorokan berwarna merah

5. Klasifikasi ISPA

Dalam penentuan klasifikasi penyakit dibedakan menjadi 2 kelompok umur, yaitu kelompok umur <2 bulan dan kelompok umur dari 2 bulan sampai 5 tahun (Kemenkes, 2022).

a. Kelompok umur <2 bulan

1) Pneumonia Berat

Balita menderita batuk pilek (*common cold*) disertai napas cepat > 60 kali/menit atau dengan atau tanpa penyempitan dada dan tanda bahaya.

2) Bukan Pneumonia

Balita menderita pilek, tidak sesak napas atau laju pernapasan kurang dari 60 napas per menit atau tidak ada gejala sensorik yang ditemukan.

b. Kelompok umur 2 bulan - 5 tahun

1) Pneumonia Berat

Balita menderita batuk dan sesak napas seperti adanya tarikan di dinding dada bagian bawah ke dalam pada saat anak menarik napas.

2) Pneumonia Balita menderita batuk disertai napas cepat. Batas napas cepat, yaitu:

- a. Disertai napas cepat 50 kali per menit atau lebih pada anak usia 2 bulan sampai <12 bulan.
- b. Disertai napas cepat 40 kali per menit atau lebih banyak pada anak usia 12 bulan sampai 5 tahun.

3) Bukan Pneumonia

Balita menderita pilek biasa (*common cold*), pernapasan biasa, tidak ditemukan tarikan dinding dada bagian bawah ke dalam.

B. Faktor Risiko ISPA

Teori John Gordon dan La Riche (1950) dalam Maisyarah (2021) menyatakan bahwa timbul atau tidaknya suatu penyakit pada manusia dipengaruhi oleh 3 faktor utama, yaitu *host* (pejamu), *agent* (penyebab), dan

environment (lingkungan). Adapun faktor risiko terjadinya penyakit ISPA, yaitu:

1. Faktor Penyebab Penyakit (*Agent*)

Faktor penyebab penyakit (*agent*) adalah komponen lingkungan yang dapat menimbulkan gangguan penyakit melalui kontak secara langsung atau melalui media perantara (yang juga komponen lingkungan) (Susilawaty et al., 2022). Menurut Bustan (2008) dalam Susilawaty (2022), *agent* adalah organisme hidup atau kuman infeksius yang dapat menimbulkan suatu penyakit tertentu. Secara umum, *agent* penyebab penyakit ISPA dapat disebabkan oleh mikroorganisme virus, bakteri dan jamur. Namun, yang paling banyak terjadi disebabkan oleh virus dan bakteri. Penyebab ISPA yang paling umum adalah virus (Lazamidarmi et al., 2021).

Jenis virus yang sering menjangkit adalah golongan *Mikrovirus*, *Adenovirus*, *Coronavirus*, *Picornavirus*, *Micoplasma*, dan *Herpesvirus*. Bakteri penyebab ISPA, yaitu *Streptococcus*, *Staphylococcus*, *Pneumococcus*, *Haemophilus*, *Bordetella*, dan *Corynebacterium*. Jamur penyebab ISPA, yaitu *Aspergillus SP*, *Candida Histoplasma*, *Candidia albicans*, *Blastomyces dermatitidis*, *Histoplasma capsulatum*, *Coccidioides immitis*, dan *Cryptococcus neoformans*. Pada balita, virus influenza merupakan penyebab terjadinya lebih banyak penyakit saluran pernapasan atas daripada saluran pernapasan bawah (Azwar, 2021).

2. Faktor Pejamu (*Host*)

Pejamu atau *host* adalah manusia atau makhluk hidup lain yang menjadi tempat terjadinya proses alamiah perkembangan penyakit. *Host* dipengaruhi oleh berbagai macam faktor resiko atau faktor intrinsik (dalam) pada manusia atau makhluk hidup yang dapat mempengaruhi individu eksposur, kerentanan atau respon terhadap *agent* (Susilawaty et al., 2022). Adapun faktor *host* yang mempengaruhi penyakit ISPA, yaitu:

a. Umur

Umur menjadi salah satu faktor risiko pada *host* atau manusia karena umur dapat menyebabkan adanya perbedaan penyakit yang diderita. Kejadian ISPA pada balita umumnya merupakan kejadian infeksi pertama dan proses kekebalan secara alamiah belum terbentuk secara sempurna. Balita belum memiliki banyak pengalaman terhadap berbagai patogen sehingga kekebalan memori mereka belum berkembang dengan baik. Akibatnya, tubuh mereka memerlukan lebih banyak waktu untuk mengenali dan merespon infeksi baru. Sedangkan pada orang dewasa sudah banyak terjadi kekebalan alamiah sehingga kekebalan alamiah lebih optimal akibat pengalaman infeksi yang terjadi.

Pada usia balita, kekebalan tubuh masih dalam proses perkembangan dan belum sepenuhnya matang. Anak-anak yang terinfeksi ISPA rerata akan kembali terkena ISPA 6 hingga 8 kali dalam setahun, dan 10% sampai 15% anak akan mengalami ISPA

sebanyak 12 kali infeksi dalam satu tahun. Hal ini Disebabkan oleh imunitas yang belum sempurna dan lubang pernafasan terlalu sempit. Bayi dengan umur <1 tahun umumnya lebih mudah terkena ISPA dan akan lebih berat dibandingkan dengan anak balita >1 tahun. Umur sangat berkaitan erat dengan sistem kekebalan tubuhnya. Balita merupakan kelompok yang kekebalan tubuhnya belum sempurna, sehingga masih rentan terhadap berbagai penyakit infeksi (Sari et al., 2021).

b. Status Gizi

Gizi merupakan faktor penting bagi balita untuk menjalani hidup sehat dan terhindar berbagai jenis penyakit. Kebutuhan gizi setiap orang berbeda-beda. Status gizi diakibatkan dari status keseimbangan antara asupan (*intake*) zat gizi dan jumlah yang dibutuhkan (*requirement*) oleh tubuh untuk berbagai fungsi biologis. Zat gizi sangat dibutuhkan oleh tubuh sebagai sumber energi, pertumbuhan dan pemeliharaan jaringan tubuh, pengatur proses tubuh (Septikasari, 2018).

Kekurangan gizi secara umum yang meliputi makanan yang kurang dalam kuantitas maupun kualitas menyebabkan gangguan pada daya tahan tubuh balita. Dengan gizi yang baik daya tahan tubuh akan menjadi lebih kuat sehingga tidak mudah terkena penyakit. Sebaliknya, gizi yang buruk akan menurunkan sistem daya tahan tubuh balita sehingga akan mudah terserang penyakit infeksi.

Penelitian yang dilakukan Sunarni, et al (2017) menyebutkan balita dengan gizi yang kurang akan lebih mudah terserang ISPA dibandingkan balita dengan gizi normal, karena faktor daya tahan tubuh yang kurang.

Berdasarkan Peraturan Menteri No. 2 tahun 2020 tentang Standar Antropometri Anak bahwa pengukuran status gizi dapat dilakukan dengan membandingkan berat badan dan panjang/tinggi badan anak dengan kategori dan ambang batas sebagai berikut :

Tabel 2.1
Kategori dan Ambang Batas Status Gizi Anak

Indeks	Kategori Status Gizi	Ambang Batas (Z-Score)
Berat Badan menurut Umur (BB/U) anak usia 0 - 60 bulan	Berat badan sangat kurang (<i>severely underweight</i>)	<-3 SD
	Berat badan kurang (<i>underweight</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Berat badan normal	- 2 SD sd +1 SD
	Risiko berat badan lebih	> +1 SD
Panjang Badan atau Tinggi Badan menurut Umur (PD/U atau TB/U) anak usia 0 - 60 bulan	Sangat pendek (<i>severely stunted</i>)	<- 3 SD
	Pendek (<i>stunted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Normal	- 2 SD sd +3 SD
	Tinggi	> +3 SD
Berat Badan menurut Panjang Badan atau Tinggi Badan (BB/PB atau BB/TB) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	- 3 SD sd <- 2 SD
	Gizi baik (normal)	- 2 SD sd +1 SD
	Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	> +1 SD sd +2 SD
	Gizi lebih (<i>overweight</i>)	> +2 SD sd +3 SD
	Obesitas (<i>obese</i>)	> +3 SD
Indeks Massa Tubuh menurut Umur (IMT/U) anak usia 0 - 60 bulan	Gizi buruk (<i>severely wasted</i>)	<-3 SD
	Gizi kurang (<i>wasted</i>)	-3 SD sd < 2 SD
	Gizi baik (normal)	-2 SD sd +1 SD

Berisiko gizi lebih (<i>possible risk of overweight</i>)	>+1 SD sd +2 SD
Gizi lebih (<i>overweight</i>)	>+2 SD sd +1 SD
Obesitas (<i>obese</i>)	>+3 SD

Sumber : Peraturan Menteri Kesehatan RI Nomor 2 tahun 2020

c. Status Imunisasi

Imunisasi merupakan salah satu cara preventif atau intervensi kesehatan yang dapat diterima semua kalangan, yang dilakukan oleh pemerintah dalam menurunkan angka kematian balita. Imunisasi dilakukan dengan memberikan vaksin sehingga terjadi imunitas (kekebalan) terhadap suatu penyakit. Vaksin yang diberikan sejenis bakteri atau virus yang dilemahkan atau dibunuh untuk merangsang sistem kekebalan tubuh dengan memproduksi antibodi di dalam tubuh. Imunisasi melindungi tubuh balita dari serangan dan ancaman bakteri atau virus penyakit tertentu, mencegah tertular penyakit yang disebabkan oleh bakteri atau virus, meningkatkan kekebalan tubuh terhadap penyakit tertentu, dan meningkatkan status kesehatan balita, yang berdampak pada kualitas pertumbuhan dan produktivitas di masa depan. Imunisasi dasar bagi balita, yaitu imunisasi BCG, Hepatitis B, Polio, DPT, dan Campak (Kemenkes RI, 2022).

Dalam beberapa tahun belakang, ISPA masih tercatat sebagai salah satu penyakit yang menyebabkan angka kematian yang tinggi di seluruh dunia. Selain faktor gizi yang menyebutkan anak dengan gizi yang kurang lebih rentan terkena penyakit, faktor imunisasi juga memberikan dampak pada tingkat terjangkit penyakit saluran

pernapasan akut. Rahayuningrum, et. al (2021), menyebutkan dalam penelitiannya bahwa balita yang tidak mendapatkan imunisasi lengkap akan beresiko terserang ISPA dan jika balita tersebut terserang ISPA maka perkembangan penyakitnya akan menjadi lebih berat karena tidak adanya daya tahan tubuh Balita. Sedangkan anak dengan imunisasi lengkap jika terserang ISPA tidak akan menjadi lebih berat. Hal tersebut dikarenakan anak yang menderita penyakit lain seperti campak, pertusis dan penyakit lain cenderung lebih rentan terjangkit ISPA. Hal tersebut didasarkan juga pada anak dengan imunisasi lengkap cenderung memiliki daya tahan tubuh dan imun yang lebih kuat.

d. Pemberian ASI Eksklusif

Air Susu Ibu (ASI) memiliki peran yang sangat penting bagi anak sebagai pendukung kesehatan dan perkembangan balita. ASI memiliki zat anti infeksi yang memberikan proteksi pasif bagi tubuh balita untuk menghadapi patogen yang masuk kedalam tubuh. ASI mengandung zat anti-infeksi yang aman. ASI mengandung lisozim, enzim yang melindungi bayi dari bakteri dan virus, dan laktoferin sejenis protein yang berfungsi sebagai zat kekebalan yang mengikat zat besi di saluran pencernaan. Jumlah lisozim dalam susu sapi 300 kali lebih rendah daripada ASI. Antibodi tersebut berperan terhadap infeksi pernapasan dan sel darah putih, serta vitamin A yang dapat

memberi perlindungan terhadap infeksi dan alergi (Setiawati et al., 2021).

Pemberian ASI eksklusif terutama pada bulan pertama kehidupan bayi dapat mengurangi insiden dan keparahan penyakit infeksi. ASI pada dasarnya bukan hanya sebagai sumber nutrisi yang ideal bagi balita, tetapi juga dapat berfungsi sebagai pelindung yang kuat bagi balita terhadap berbagai macam penyakit infeksi seperti ISPA. ASI yang memberikan pengaruh baik pada pencegahan ISPA tersebut juga didukung dengan beberapa penelitian yang dilakukan Hersoni (2019) menunjukkan hasil bahwa bayi yang diberikan ASI eksklusif mendapat pengaruh yang bermakna/baik terhadap kejadian infeksi saluran pernapasan akut.

3. Faktor Lingkungan (*Environment*)

a. Rasio Ventilasi

Ventilasi rumah didefinisikan sebagai proses alami atau mekanis memasukkan udara segar atau O_2 ke dalam dan menghilangkan udara pengap atau CO_2 dari dalam rumah. Fungsi ventilasi untuk menjaga aliran udara dalam rumah tetap bersih atau segar, keseimbangan oksigen tetap terjaga, membebaskan udara ruangan dari bakteri terutama bakteri patogen, menjaga rumah dalam kelembaban yang optimal. Apabila tidak ada cukup ventilasi di dalam rumah maka tidak akan ada cukup O_2 di dalam rumah yang berarti

tingkat CO₂ yang sifatnya berbahaya akan semakin meningkat (Jeni et al., 2022).

Proses pengeluaran udara dari rumah dapat dilakukan secara alamiah maupun mekanis. Secara alamiah dimana aliran udara dalam ruangan keluar melalui jendela, pintu atau lubang udara. Secara mekanis atau buatan pertukaran udara menggunakan alat-alat bantu atau khusus untuk mengalirkan udara ke dalam rumah, seperti kipas angin dan mesin penghisap udara (Notoatmodjo, 2011). Adapun Standar luas ventilasi rumah menurut Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan yaitu $\geq 10\%$ dari luas lantai.

Kecukupan udara segar dalam rumah sangat dibutuhkan untuk kehidupan bagi penghuninya karena ketidakcukupan suplai udara akan berpengaruh pada fungsi fisiologis alat pernafasan bagi penghuninya terutama bagi balita. Ketiadaan ventilasi dapat menyebabkan kadar O₂ menurun, kadar CO₂ naik, kelembaban naik, ruangan menjadi berdebu sehingga mikroorganisme dapat berkembang biak. Selain itu, rumah yang memiliki sedikit ventilasi akan menyebabkan kurangnya intensitas cahaya yang masuk, pergerakan udara, dan suhu rendah sehingga menciptakan kondisi lingkungan yang kondusif bagi agen penyakit ISPA. Sehingga ventilasi yang baik sangat diperlukan untuk membebaskan udara

ruangan dari bakteri patogen agar ruangan rumah selalu dalam kelembaban yang optimum (Notoatmodjo, 2017).

Balita yang tinggal di rumah dengan luas ventilasi tidak memenuhi syarat meningkatkan risiko balita terkena ISPA 2,265 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan luas ventilasi memenuhi syarat (Tarigan & Heryanti, 2021).

b. Kepadatan Hunian

Penyakit ISPA merupakan penyakit yang dapat ditularkan melalui media udara dari satu penderita ke orang yang sehat, maka kepadatan hunian memiliki peran dalam terjadinya penyakit ini. Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa kebutuhan ruang per orang dihitung berdasarkan aktivitas dasar manusia di dalam rumah. Aktivitas seseorang tersebut meliputi aktivitas tidur, makan, kerja, duduk, mandi, kakus, cuci dan masak serta ruang gerak lainnya yaitu 9 m² dengan ketinggian rata-rata langit-langit adalah 2,80m. Kemudian untuk kebutuhan luas bangunan dan lahan dengan cakupan Kepala Keluarga (KK) dengan 3 jiwa 21,6 m² sampai dengan 28,8m², dan cakupan kepala keluarga dengan 4 jiwa yaitu 28,8 m² sampai dengan 36 m².

Manusia dalam kehidupan sehari-hari membutuhkan udara sebanyak 7-8 liter udara. Jika dikalkulasi dalam satu hari maka kurang lebih seorang manusia menghirup udara sebanyak 11.000 liter.

Dengan demikian akan meningkatkan kadar CO_2 yang telah ada di rumah dan menurunkan kadar O_2 . Maka, semakin padat jumlah penghuni maka udara di dalam rumah akan semakin cepat mengalami pencemaran (Kemenkes RI, 2022).

Kepadatan hunian yang tinggi lebih berpeluang terjadi penularan penyakit karena dengan rumah yang terlalu padat mengakibatkan kontak fisik menjadi lebih sering terjadi dan berakibat pada percepatan penularan penyakit yang dimiliki. Rumah yang memiliki kepadatan hunian yang tinggi maka sirkulasi dan pertukaran udara lebih rendah, juga memiliki kemungkinan lebih mudah terserang penyakit jika ada salah satu anggota keluarga yang sakit, karena penularan kasus ISPA akan lebih cepat.

Tingkat kepadatan hunian yang tidak memenuhi syarat disebabkan oleh luas rumah yang tidak sebanding dengan jumlah keluarga yang menempati rumah. Luas rumah yang sempit dengan jumlah anggota keluarga yang banyak menyebabkan rasio penghuni dengan luas rumah tidak seimbang. Kepadatan hunian seperti luas ruang per orang, jumlah anggota keluarga, dan masyarakat diduga merupakan faktor risiko untuk ISPA. Selain itu, setiap individu yang berada di dalam rumah mengeluarkan panas tubuh yang secara kolektif dapat meningkatkan suhu ruangan. Semakin banyak orang dalam sebuah ruangan, semakin tinggi total panas yang dihasilkan.

Penelitian Tarigan & Heryanti (2022) mengatakan bahwa kepadatan hunian berhubungan dengan kejadian ISPA sebesar 8,254 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah yang tidak padat penghuni.

c. Pencahayaan

Salah satu syarat rumah sehat ialah tersedianya cahaya yang cukup. Cahaya alami menggunakan sumber cahaya yang terdapat di alam seperti cahaya matahari. Cahaya alami dipengaruhi oleh keadaan alam. Jika awan menutupi matahari, maka jumlah cahaya yang masuk ke ruangan tentu akan berkurang. Cahaya matahari memegang peranan penting karena dapat membunuh bakteri di dalam rumah sehingga rumah yang sehat harus memiliki jalan masuk cahaya yang cukup. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa pencahayaan alami dan/atau buatan yang langsung maupun tidak langsung dapat menerangi seluruh ruangan minimal intensitasnya 60 lux dan tidak menyilaukan.

Rumah yang sehat memerlukan cahaya yang cukup, khususnya cahaya alami dari sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet. Sinar ultraviolet tersebut berperan dalam membunuh kuman, bakteri, virus, serta jamur yang dapat menyebabkan infeksi, alergi, asma maupun penyakit lainnya. Sinar ultraviolet ini akan merusak DNA mikroba (kuman, bakteri, virus maupun jamur) sehingga DNA

mikroba menjadi steril. Jika mikroba ini terkena sinar ultraviolet, maka mikroba tidak mampu bereproduksi dan akhirnya mati (Maulana, 2020).

Nilai pencahayaan (Lux) yang terlalu rendah akan berpengaruh terhadap proses akomodasi mata yang terlalu tinggi, sehingga akan berakibat terhadap kerusakan retina pada mata. Nilai pencahayaan yang terlalu tinggi akan mengakibatkan kenaikan suhu pada ruangan. Intensitas cahaya yang terlalu rendah, baik cahaya yang bersumber dari alamiah maupun buatan dapat mempengaruhi nilai pencahayaan. Selain itu, pencahayaan yang buruk juga dapat menyebabkan suhu ruangan dan kelembaban menjadi tidak optimal sehingga mempermudah mikroorganisme penyebab ISPA (Rafaditya et al., 2021).

Balita yang tinggal di rumah dengan pencahayaan tidak memenuhi syarat meningkatkan risiko balita terkena ISPA 5,798 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan pencahayaan yang memenuhi syarat (Syahaya et al., 2021).

d. Suhu

Kualitas suhu di dalam rumah sangat mempengaruhi kualitas kesehatan seseorang. Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa suhu udara yang baik berkisar antara 18°C-30°C.

Suhu udara yang terlalu rendah di bawah 18°C dapat menyebabkan ruangan menjadi lembab dan apabila suhu terlalu tinggi di atas 35°C ruangan akan menjadi pengap. Suhu udara yang tinggi dapat menjadi media yang baik untuk berkembangbiak bakteri. Suhu dan kelembaban sangat erat kaitannya dengan pertumbuhan dan perkembangan virus, bakteri, dan jamur. Virus, bakteri, dan jamur penyebab ISPA untuk pertumbuhan dan perkembangbiakannya membutuhkan suhu dan kelembaban yang optimal. Pada suhu dan kelembaban tertentu memungkinkan pertumbuhannya terhambat bahkan tidak tumbuh sama sekali atau mati. Tapi pada suhu dan kelembaban tertentu dapat tumbuh dan berkembang dengan sangat cepat (Ariani & Anwar, 2019).

Suhu udara yang tinggi dapat mengakibatkan partikel debu dan mikroorganisme di udara melayang lebih lama dan risiko untuk terhirup menjadi lebih tinggi. Suhu udara tinggi juga mengakibatkan iritasi membran mukosa sehingga mudah terinfeksi. Sedangkan, suhu yang terlalu rendah mengakibatkan fungsi dan sensitifitas gerakan silia menurun sehingga tidak tersaringnya mikroorganisme di dalam hidung. dan mempermudah pembentukan koloni kuman di dalam tubuh sehingga mempermudah infeksi pada paru-paru atau alveoli karena merusak jaringan Suhu yang rendah juga mengakibatkan mikroorganisme penyebab ISPA untuk berkembangbiak (Lestari et.al, 2018).

Penelitian Rane et al. (2024) mengatakan bahwa balita yang tinggal di rumah dengan suhu yang tidak memenuhi syarat 3,613 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan suhu yang tidak memenuhi syarat.

e. Kelembaban

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan RI No. 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa tingkat kelembaban yang memenuhi syarat yaitu kelembaban udara berkisar 40% - 70%.

Kelembaban udara merupakan representasi dari kandungan uap air di udara. Tingkat kelembaban yang tinggi berperan penting dalam pertumbuhan bakteri karena uap air menjadi media bertahan hidup untuk bakteri di udara. Jika kelembaban dalam ruangan tinggi, ini berarti zat makanan yang dibutuhkan oleh bakteri semakin banyak dan memungkinkan perkembangan bakteri itu lebih cepat sehingga mempermudah seseorang terjangkit penyakit yang disebabkan oleh bakteri yang ada pada udara lembab antara lain penyakit ISPA (Fudul et al., 2021).

Kelembaban yang terlalu tinggi dapat disebabkan oleh konstruksi rumah yang tidak baik seperti atap yang bocor, lantai, dan dinding rumah yang tidak kedap air, serta kurangnya pencahayaan baik buatan maupun alami. Kelembaban yang tinggi dapat menyebabkan membran mukosa hidung menjadi kering sehingga kurang efektif dalam menghadang mikroorganisme. Mikroorganisme

yang berada di dalam ruangan seperti jamur dan bakteri dapat bertambah banyak karena adanya faktor yang mendukung pertumbuhannya, yaitu tersedianya kelembaban udara yang cukup. Kelembaban udara rendah dapat menyebabkan kerusakan pada lapisan epitel saluran napas dan atau mengurangi bersihan silia mukosa sehingga meningkatkan risiko terinfeksi virus (Falah et al., 2023).

Penelitian Suryani (2022) mengatakan bahwa balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban yang tidak memenuhi syarat 7,711 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan kelembaban yang memenuhi syarat.

f. Jenis Lantai

Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa lantai rumah harus kedap air, rata, tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, mudah dibersihkan, lantai yang kontak dengan air dan memiliki kemiringan cukup landai untuk memudahkan pembersihan, tidak terjadi genangan air, lantai dalam keadaan bersih, dan warna lantai berwarna terang.

Jenis lantai merupakan faktor yang dapat berpengaruh pada penyebaran penyakit disebabkan beberapa faktor seperti terkait kebersihan, perawatan dan bahan/material dari lantai itu sendiri. Lantai yang mudah dibersihkan cenderung akan berdampak pada berkurangnya tingkat penularan penyakit yang ada karena lantai

berhubungan erat dengan kontak fisik sehari-hari penghuni rumah. Sebaiknya menggunakan jenis lantai yang kedap air dan mudah dibersihkan. Lantai dari tanah lebih baik tidak digunakan lagi karena jika musim hujan akan menjadi lembab sehingga dapat menimbulkan gangguan terhadap penghuninya dan merupakan tempat yang baik untuk berkembangbiaknya kuman penyakit, termasuk bakteri penyebab ISPA (Lubis, et al., 2019).

Lantai yang tidak kedap air dan didukung dengan ventilasi yang kurang baik dapat meningkatkan kelembaban dan kepengapan ruang yang akan mempermudah peningkatan jumlah mikroorganisme yang berdampak pada penularan penyakit. Lantai tanah atau semen yang rusak dapat menimbulkan debu dan terjadinya kelembaban karena uap air dapat keluar melalui tanah atau semen yang rusak. Rumah dengan kondisi lantai yang tidak permanen mempunyai kontribusi yang besar terhadap penyakit pernapasan karena debu yang dihasilkan dari lantai tanah terhirup dan menempel pada saluran pernapasan. Akumulasi debu tersebut akan menyebabkan elastisitas paru akan menurun dan menyebabkan kesukaran bernapas.

Penelitian Reja et al. (2022) mengatakan bahwa balita yang tinggal di rumah dengan jenis lantai yang tidak memenuhi syarat 8,00 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan jenis lantai yang memenuhi syarat.

g. Jenis Dinding

Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa dinding rumah harus kuat dan kedap air, permukaan rata, halus tidak licin, tidak retak, tidak menyerap debu, mudah dibersihkan, warna yang terang dan cerah dan dalam keadaan bersih.

Dinding merupakan batas yang membatasi bagian dalam dengan luar sehingga dapat disebut sebagai penghalang yang menghalangi bahaya dari luar masuk kedalam. Dinding sebagai pelindung yang menahan dan menghambat penyebaran berbagai organisme penyebab infeksi menjadi perhatian penting. Jenis dinding yang digunakan harus yang memenuhi standar yang baik dan tidak mengandung material yang justru membahayakan kesehatan penghuninya. Rumah yang konstruksi dindingnya tidak baik akan sulit untuk menjaga kebersihannya, karena permukaan dinding yang tidak permanen, tidak halus dan tidak rata menyebabkan debu dan kotoran lain yang menempel sulit dibersihkan. Dinding yang tidak rapat menyebabkan masuknya kotoran dari luar seperti debu, asap atau kotoran lainnya. Dinding rumah dari bambu ataupun bahan lain yang memungkinkan kesempatan untuk masuknya debu dan polutan lainnya (Putri, 2019).

Dinding rumah yang terbuat dari anyaman bambu maupun dari kayu umumnya banyak menghasilkan debu yang dapat menjadi media bagi virus atau bakteri, sehingga mudah terhirup penghuni

rumah yang terbawa oleh angin. Bakteri atau virus terhirup oleh penghuni rumah, terutama balita maka akan menyebabkan balita mudah terkena infeksi saluran pernafasan.

Balita yang tinggal di rumah dengan jenis dinding tidak memenuhi syarat meningkatkan risiko balita terkena ISPA 5,921 kali dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah dengan jenis dinding yang memenuhi syarat (Syahaya et al., 2021).

h. Pembuangan Asap Dapur

Keberadaan lubang asap dapur pada dapur rumah menjadi faktor penting terhadap kejadian ISPA. Asap yang dihasilkan dari aktivitas masak memiliki rasio terhadap kesehatan. Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa dapur yang sehat harus memiliki lubang asap dapur. Pembuangan asap dapur dikeluarkan melalui cerobong yang dilengkapi dengan sungkup asap atau penyedot udara.

Bahan bakar yang biasa dipakai masyarakat untuk kegiatan memasak sehari-hari adalah minyak tanah, kayu, gas dan listrik. Banyak keluarga di daerah pedesaan yang masih menggunakan bahan bakar padat seperti kayu bakar, arang, dan batubara untuk memasak. Namun, pembakaran bahan-bahan ini menghasilkan asap tebal yang mengandung polutan berbahaya, seperti karbon monoksida (CO), nitrogen dioksida (NO₂), dan partikel halus (PM_{2.5}). Berbeda dengan di perkotaan, sebagian besar rumah tangga menggunakan bahan bakar

yang lebih modern dan bersih seperti gas LPG dan listrik. Penggunaan bahan bakar gas LPG dan listrik menghasilkan lebih sedikit asap dan polutan, sehingga kualitas udara di dalam rumah lebih baik (Putri, 2019).

Pembakaran pada kegiatan rumah tangga dapat menghasilkan pencemaran udara di dalam rumah adalah asap dapur. Asap dari bahan bakar kayu merupakan faktor risiko dengan kejadian ISPA pada balita. Apabila sarana ventilasi pada rumah tidak baik dan dapurnya tidak dilengkapi dengan cerobong asap, maka asap yang dihasilkan saat memasak tidak dapat keluar dengan baik dan mengendap di dalam rumah. Akibatnya, balita yang menghabiskan sebagian besar waktunya di rumah dapat terus-menerus menghirup polutan ini, yang meningkatkan risiko terkena ISPA.

Penelitian Septian et al. (2021) mengatakan bahwa balita yang tinggal di rumah yang tidak ada keberadaan lubang asap dapur 5,321 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah yang terdapat lubang asap dapur.

i. Membuka Jendela

Jendela merupakan bagian dinding yang dapat dibuka agar udara segar dan sinar matahari dapat masuk ke rumah sehingga dapat membunuh organisme di dalamnya. Jendela dikatakan tidak berfungsi apabila jendela tersebut selalu ditutup pada siang hari. Suatu rumah yang memiliki jendela tetapi tidak pernah dibuka akan membuat

rumah menjadi pengap dan lembab. Membuka jendela merupakan salah satu kelompok perilaku penghuni dalam penilaian rumah sehat. Fungsi jendela selain sebagai sirkulasi udara juga sebagai jalan masuknya cahaya matahari ke dalam rumah. Membuka jendela saat pagi hari dapat memperbaiki kualitas udara dalam ruangan karena udara yang segar serta sinar matahari dapat masuk ke dalam ruangan, sehingga kualitas udara dalam ruangan meningkat (Aristatia, 2024).

Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa ventilasi alami harus memenuhi ketentuan bukaan permanen, kisi-kisi pada pintu dan jendela, sarana lain yang dapat dibuka dan/atau dapat berasal dari ruangan yang bersebelahan untuk memberikan sirkulasi udara yang sehat.

Penelitian Putra et al. (2022) mengatakan bahwa balita yang tinggal di rumah yang jendelanya tidak dibuka setiap hari 2,32 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tinggal di rumah yang jendelanya dibuka.

j. Paparan Asap Rokok

Merokok merupakan tindakan yang berbahaya karena rokok mengandung zat adiktif yang memiliki 4000 elemen yang berbahaya bagi kesehatan tubuh dan dapat menimbulkan kanker (karsinogenik). Rokok tidak hanya berbahaya pada orang yang merokok, tetapi juga berisiko bagi orang-orang yang berada di sekitar perokok terutama

balita yang terdampak dan beresiko menjadi perokok pasif (Irianto et.al, 2021).

Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa tidak merokok didalam ruangan karena merokok merupakan salah satu sumber dari pencemaran kimia di dalam rumah.

Karbon monoksida merupakan gas yang lebih mudah terikat oleh hemoglobin dibandingkan dengan oksigen. Akibat yang dapat terjadi pada para pecandu rokok yaitu pengerasan pembuluh darah karena tingginya kandungan karbon monoksida. Pengerasan ini terjadi terutama pada pembuluh darah yang membawa oksigen ke otot jantung. Zat kimia yang terkandung dalam rokok seperti tar dan nikotin yang masuk ke dalam tubuh mampu merusak saluran pernafasan diantaranya rusaknya mekanisme pertahanan paru berupa kerontokan bulu getar (silia) pada paru-paru. Bulu getar ini berfungsi sebagai penyaring debu atau partikel asing yang masuk saat kita menarik nafas. Bulu getar yang rontok ini menyebabkan udara yang belum tentu bersih dapat masuk dan mengganggu kebersihan mukosilier dan mengakibatkan terjadinya penurunan fungsi makrofag alveolar untuk fagositosis. Selain itu, asap rokok dapat menurunkan respon terhadap antigen sehingga jika ada benda asing yang masuk ke paru tidak cepat dikenali dan dilawan.

Adanya anggota keluarga serumah yang merokok dapat memperbesar resiko untuk menderita gangguan pernapasan. Pencemaran udara di rumah terjadi akibat asap rokok dapat menyebabkan paparan yang terus menerus dan mengganggu saluran pernapasan dan memicu ISPA pada balita. Zat berbahaya dalam asap rokok memicu pembentukan lendir sehingga bakteri dan debu yang terhirup akan menumpuk dan sulit dikeluarkan sehingga menimbulkan bronchitis kronis, lumpuhnya sera elastis di jaringan paru-paru yang berakibat pada pecahnya alveoli (Aprilia et.al, 2019).

Penelitian Riyanto & Herlina (2021) mengatakan bahwa balita yang terpapar asap rokok 8,945 kali lebih berisiko dibandingkan dengan balita yang tidak terpapar asap rokok.

k. Paparan Debu Udara

Debu adalah zat padat yang dihasilkan oleh manusia atau alam dan merupakan hasil dari proses pemecahan suatu bahan yang berukuran 0,1- 25 mikron. Pencemaran debu udara di lingkungan disebabkan oleh debu yang berupa pasir halus yang dapat mengganggu pernafasan dan mengganggu penglihatan. Adanya pencemaran debu ini sangat mengganggu kesehatan masyarakat, karena untuk bernafas manusia membutuhkan udara dengan kandungan oksigen yang baik. Udara yang tercemar jika terhirup saat proses bernafas akan membahayakan paru karena penumpukan dan pergerakan debu pada saluran pernafasan dapat menyebabkan

peradangan jalan nafas. Peradangan ini dapat mengakibatkan penyumbatan jalan nafas sehingga menurunkan kapasitas paru. Dampak paparan debu yang terus menerus dapat menurunkan faal paru berupa obstruksi. Berdasarkan Peraturan Menteri RI No 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan bahwa kadar yang dipersyaratkan untuk $PM_{2.5}$ sebesar 25 g/m^3 dan PM_{10} sebesar 70 g/m^3 .

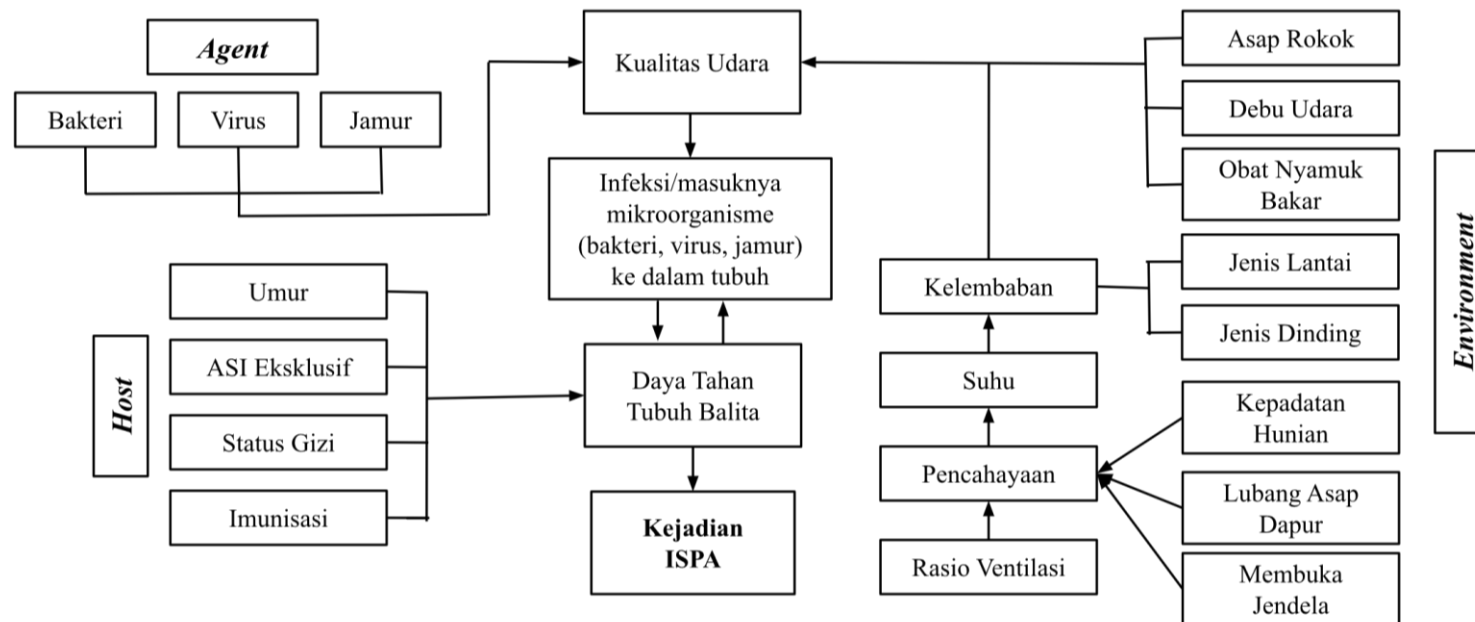
Particulate Matter ($PM_{2.5}$) merupakan partikel udara yang berukuran kurang atau sama dengan 2.5 mikron. Ukurannya yang sangat kecil ini mempermudah partikel tersebut masuk ke dalam saluran pernapasan bawah dan tertahan oleh mukosa di trakeobronkial atau saluran pernapasan bawah. Hal ini dapat mengakibatkan terjadinya infeksi saluran pernapasan apabila terpapar dan terakumulasi dalam jangka waktu yang lama dan berpotensi menyebabkan kejadian ISPA.

Particulate Matter (PM_{10}) adalah polutan partikel padat yang ada di udara berukuran kurang dari 10 mikron. PM_{10} merupakan salah satu polutan yang berbahaya. Ketika dihirup partikel ini menembus pertahanan dari sistem pernapasan dan masuk ke dalam tubuh dan mengendap di paru-paru. Sistem pernapasan manusia mempunyai beberapa sistem pertahanan yang dapat mencegah masuknya partikulat ke dalam paru-paru. Bulu-bulu hidung akan mencegah masuknya partikulat berukuran besar, sedangkan partikulat yang

berukuran lebih kecil akan dicegah masuk oleh membran mukosa yang terdapat di sepanjang sistem pernapasan dan merupakan permukaan tempat partikulat menempel.

Partikel PM_{10} dan $PM_{2.5}$ sering mengandung polutan berbahaya seperti logam berat, senyawa organik, serta bahan kimia lain dari asap kendaraan, pembakaran bahan bakar fosil, dan industri. Ketika balita menghirup partikel ini, polutan tersebut dapat masuk ke dalam tubuh dan menyebabkan kerusakan sel di saluran pernapasan, meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran pernapasan, termasuk ISPA.

C. Kerangka Teori



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Modifikasi Teori Segitiga Epidemiologi Gordon dan La Riche (1950) dalam Maisyarah (2021), Lazamidarmi et al., 2021, dan Permenkes No. 2 Tahun 2023