

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka

Hasil tinjauan pustaka mengenai gambaran faktor ISPA pada balita didapatkan beberapa penelitian diantaranya penelitian oleh Penelitian oleh Deng et al. (2024) merupakan pembaruan tinjauan sistematis dan meta-analisis terkait faktor risiko infeksi saluran pernapasan bawah akut (ALRI) yang disebabkan oleh *Respiratory Syncytial Virus* (RSV) pada anak usia di bawah lima tahun. Studi ini menganalisis 47 penelitian dari berbagai negara, dengan tujuan mengidentifikasi kelompok anak yang paling rentan terhadap RSV-ALRI baik di komunitas maupun yang memerlukan perawatan rumah sakit.

Hasil menunjukkan bahwa faktor risiko RSV-ALRI mencakup kategori demografis, prenatal dan neonatal, lingkungan rumah tangga, serta kondisi medis. Beberapa faktor yang signifikan antara lain prematuritas, berat badan lahir rendah, jenis kelamin laki-laki, paparan asap rokok pasif, tidak diberi ASI, serta penyakit seperti HIV, penyakit jantung bawaan, dan *Down syndrome*. Misalnya, anak prematur dan anak dengan *Down syndrome* memiliki risiko rawat inap yang jauh lebih tinggi akibat RSV-ALRI.

Studi ini juga membedakan faktor risiko untuk kejadian di komunitas dan rawat inap, serta menunjukkan pentingnya pendekatan pencegahan yang terarah. Temuan ini bermanfaat untuk memperkuat strategi pencegahan RSV, terutama pada kelompok anak yang berisiko tinggi, serta mendukung alokasi imunisasi RSV di wilayah dengan sumber daya terbatas.

Penelitian oleh Hafizhah et al. (2023) bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian ISPA pada balita di wilayah kerja UPTD Puskesmas Rasuan. Dengan desain *cross-sectional* dan melibatkan 98 responden, variabel yang diteliti meliputi kebiasaan merokok anggota keluarga, status gizi, dan status imunisasi dasar.

Hasil *uji chi-square* menunjukkan bahwa seluruh variabel tersebut memiliki hubungan yang signifikan dengan kejadian ISPA. Balita yang terpapar asap rokok memiliki risiko 4,2 kali lebih besar mengalami ISPA ($p = 0,002$). Balita dengan status gizi kurang dan imunisasi tidak lengkap juga memiliki risiko lebih tinggi terkena ISPA (masing-masing $p = 0,000$).

Penelitian ini menegaskan pentingnya perbaikan status kesehatan dasar balita sebagai langkah preventif untuk menurunkan kejadian ISPA.

2.2. Infeksi Saluran Pernafasan Akut (ISPA)

2.2.1. Pengertian ISPA

ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) adalah suatu kondisi medis yang menggambarkan berbagai jenis infeksi yang mempengaruhi saluran pernapasan bagian atas dan bawah, termasuk hidung, tenggorokan, sinus, bronkus, dan paru-paru. (Kementerian Kesehatan RI, 2023).

Infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) adalah kondisi yang menyebabkan gejala seperti batuk, pilek, dan demam. Penyakit ini sangat mudah menular dan dapat menyerang siapa saja, terutama kelompok rentan seperti anak-anak dan lansia. Sesuai dengan namanya, ISPA mengakibatkan peradangan pada saluran pernapasan yang meliputi hidung hingga paru-paru.

Infeksi saluran pernapasan akut merupakan infeksi yang terjadi pada saluran pernapasan bagian atas maupun bawah yang disebabkan oleh virus dan bakteri yang menyebabkan inflamasi. Saluran pernapasan bagian atas yang dimaksud adalah suatu sistem saluran bercabang yang luas, dimulai dari lubang hidung hingga bagian ujung bawah kartilago krikoid (Mucia et al, 2015., Hasan dan The, 2020).

Dengan demikian ispa merupakan suatu kondisi infeksi yang menyerang saluran pernapasan atas maupun bawah, mencakup hidung, tenggorokan, sinus, bronkus, dan paru-paru. Penyakit ini umumnya disebabkan oleh infeksi virus maupun bakteri yang

menginduksi proses inflamasi pada saluran pernapasan, sehingga menimbulkan gejala seperti batuk, pilek, dan demam. ISPA memiliki tingkat penularan yang tinggi dan berpotensi menyerang semua kelompok usia, terutama kelompok rentan seperti anak-anak dan lanjut usia

2.2.2. Etiologi ISPA

Penyebab ISPA adalah infeksi virus atau bakteri pada saluran pernapasan. Walaupun lebih sering disebabkan oleh infeksi virus, ada beberapa jenis bakteri yang juga bisa menyebabkan ISPA antara lain streptococcus, haemophilus, staphylococcus aureus, corynebacterium diphtheriae, mycoplasma pneumoniae, chlamydia. Sedangkan virus pemicu ISPA yaitu diantaranya adenovirus dan kelompok mikrovirus (seperti virus preinfluenza, virus kudis dan virus influenza). Pada anak-anak yang sistem kekebalan tubuhnya lemah biasanya mudah terserang bakteri dan virus (Widiastuti & Yuniastuti, 2017).

Selain agen infeksius, ISPA pada anak bisa disebabkan oleh berbagai faktor, seperti faktor lingkungan (ekstrinsik) dan faktor dari dalam diri (intrinsik). Pada faktor lingkungan dapat disebabkan oleh paparan asap rokok, polusi udara, kepadatan tempat tinggal, ventilasi udara dan status sosial ekonomi. Sedangkan pada faktor intrinsik dapat disebabkan oleh asupan gizi, kekebalan tubuh, jenis kelamin, berat badan lahir dan status imunisasi (Nasution, 2020).

Terdapat faktor lain penyebab ISPA yaitu faktor sikap dan pengetahuan ibu. Ibu memiliki peranan penting dalam merawat anaknya. Tinggi rendahnya pengetahuan orang tua terhadap penyakit mempengaruhi sikap orang tua. Kurangnya pengetahuan terkait masalah kesehatan atau suatu penyakit dapat menimbulkan perilaku menyimpang dalam pencegahan dan pengobatan penyakit (D. P. Sari & Ratnawati, 2020).

2.2.3. Tanda dan Gejala ISPA

Menurut (Triola et al., 2022), gejala yang sering muncul pada ISPA menurut *World Health Organization* (WHO) diantaranya seperti batuk, pilek, hidung tersumbat, demam dan sakit tenggorokan. Tanda dan gejala ISPA berdasarkan tingkat keparahan dibagi menjadi 3, yaitu:

1. ISPA Ringan

Dinyatakan menderita ISPA ringan jika ditemukan satu atau lebih gejala-gejala berikut ini:

- a. Demam, jika suhu badan lebih dari 37°C
- b. Batuk
- c. Suara serak
- d. Pilek

2. ISPA Sedang

Dinyatakan menderita ISPA sedang jika ditemukan satu atau lebih gejala-gejala berikut ini:

- a. Suhu tubuh lebih dari 39°C
- b. Sesak nafas
- c. Pernafasan berbunyi seperti mengorok

3. ISPA Berat

Dinyatakan menderita ISPA sedang jika ditemukan satu atau lebih gejala-gejala berikut ini:

- a. Kesadaran menurun
- b. Nadi cepat atau tidak teraba
- c. Sesak nafas dan tampak gelisah
- d. Nafsu makan menurun
- e. Bibir dan ujung nadi membiru (sianosis)

2.2.4. Patofisiologi ISPA

Perjalanan klinis penyakit ISPA pada anak dimulai dengan interaksi virus dengan tubuh. Masuknya virus ke dalam saluran napas sebagai antigen menyebabkan silia pada permukaan saluran

napas bergerak ke atas, mendorong virus ke arah faring atau menangkap spasme oleh refleks laring. Jika refleks ini gagal, virus bisa menghancurkan lapisan epitel dan lendir saluran udara. Iritasi virus pada kedua lapisan dapat menyebabkan batuk kering. Gangguan pada lapisan saluran napas menyebabkan peningkatan aktivitas kelenjar lendir yang berlimpah di dinding saluran napas, yang menyebabkan sekresi lendir lebih tinggi dari batas normal. Stimulasi cairan yang berlebihan dapat menyebabkan gejala batuk. Oleh karena itu, gejala awal ISPA yang paling menonjol adalah batuk (Padila et al., 2019).

Produksi sputum yang berlebihan dapat menyebabkan peradangan, yang dapat menyebabkan penyempitan saluran udara. Hal ini dapat menyebabkan gejala seperti kesulitan bernapas, mengi dan batuk. Gejala-gejala ini dapat menyebabkan masalah pada pemenuhan kebutuhan oksigenasi, yaitu jalan napas yang tidak efektif. Kebutuhan oksigen merupakan kebutuhan dasar manusia akan pemenuhan oksigen. Oksigen ini digunakan untuk kelangsungan metabolisme sel tubuh, menopang kehidupan dan aktivitas organ atau sel bersama. Jika oksigen tidak tersedia untuk jangka waktu tertentu, tubuh akan mengalami kerusakan permanen dan menyebabkan kematian. Otak adalah organ yang sangat sensitif terhadap hipoksia (kekurangan oksigen). Otak hanya mentoleransi hipoksia 3-5 menit dan jika hipoksia berlangsung lebih dari 5 menit, maka dapat menyebabkan kerusakan sel otak permanen (Besinung et al., 2019)

2.2.5. Klasifikasi ISPA

Menurut *World Health Organization* (2020), Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dapat diklasifikasikan ke dalam beberapa tingkat keparahan, yaitu:

1. ISPA Ringan:

ISPA ringan ditandai dengan gejala pernapasan ringan yang tidak memerlukan perawatan di rumah sakit. Pasien dengan kondisi ini disarankan untuk melakukan isolasi mandiri di rumah dan mendapatkan saran medis melalui jalur informasi kesehatan atau telemedicine.

2. ISPA Sedang:

Pasien dengan gejala sedang mungkin memerlukan rawat inap, terutama jika terdapat risiko komplikasi. Mereka dapat diisolasi di fasilitas kesehatan atau fasilitas umum yang telah disiapkan, seperti stadion atau hotel yang dilengkapi dengan pos kesehatan.

3. ISPA Berat:

ISPA berat melibatkan gejala yang lebih serius, seperti kesulitan bernapas atau kebutuhan terapi oksigen. Pasien dengan kondisi ini harus dirawat di fasilitas kesehatan khusus dengan akses terhadap terapi oksigen dan manajemen medis intensif.

4. ISPA Kritis

Kondisi ini melibatkan gejala yang sangat serius, seperti gagal napas atau kebutuhan ventilasi mekanis. Pasien kategori ini memerlukan perawatan intensif di unit perawatan intensif (ICU) dengan dukungan ventilasi mekanis dan pemantauan ketat.

2.2.6. Pemeriksaan Penunjang

Menurut Saputro dalam Ramadhanti (2021), Pemeriksaan penunjang yang dilakukan untuk mendeteksi adanya ISPA adalah:

1. Pemeriksaan kultur/biakan kuman (*swab*): hasil yang didapatkan adalah biakan kuman (+) sesuai jenis kuman.

2. Pemeriksaan hidung darah (*deferrential count*): laju endap darah meningkat disertai dengan adanya leukositosis dan bisa juga disertai dengan adanya thrombositopenia.
3. Pemeriksaan foto thoraks jika diperlukan.

2.2.7. Komplikasi ISPA

Menurut Depkes RI (2022), infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) dapat menyebabkan berbagai komplikasi serius, terutama jika tidak ditangani dengan tepat. Komplikasi tersebut meliputi:

1. Pneumonia: Peradangan pada paru-paru yang dapat menyebabkan kesulitan bernapas dan penurunan oksigenasi darah.
2. Bronkitis: Peradangan pada saluran bronkus yang dapat menyebabkan batuk berkepanjangan dan produksi dahak berlebih.
3. Otitis Media: Infeksi pada telinga tengah yang dapat menyebabkan nyeri telinga dan gangguan pendengaran sementara.
4. Sinusitis: Peradangan pada rongga sinus yang dapat menyebabkan sakit kepala, nyeri wajah, dan hidung tersumbat.
5. Meningitis: Peradangan pada selaput otak yang dapat menyebabkan sakit kepala berat, leher kaku, dan penurunan kesadaran.
6. Sepsis: Respons tubuh yang ekstrem terhadap infeksi, yang dapat menyebabkan kerusakan jaringan dan organ, bahkan berujung pada kematian jika tidak segera ditangani.

2.2.8. Pencegahan ISPA

Pencegahan Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada anak balita sangat penting untuk mengurangi morbiditas dan mortalitas yang disebabkan oleh penyakit ini. Keluarga, terutama orang tua, berperan sebagai pengawas utama dalam mendeteksi

tanda-tanda awal ISPA dan mengambil tindakan pencegahan yang diperlukan. Upaya pencegahan meliputi:

1. Menjaga kebersihan lingkungan dan sanitasi: seperti mencuci tangan secara teratur dan menjaga kebersihan tempat tinggal.
2. Memberikan nutrisi yang baik agar sistem imun anak tetap kuat.
3. Orang tua juga disarankan untuk menghindari paparan asap rokok dan polusi.
4. Memastikan anak mendapatkan vaksinasi yang sesuai untuk melindungi dari infeksi pernapasan.
5. Keterlibatan tenaga kesehatan, seperti bidan dan perawat, dalam memberikan informasi dan edukasi kepada keluarga tentang cara pencegahan ISPA juga sangat diperlukan, sehingga dapat meningkatkan pengetahuan dan keterampilan orang tua dalam merawat anak mereka.

Dengan langkah-langkah pencegahan yang tepat, diharapkan angka kejadian ISPA pada anak balita dapat ditekan secara signifikan (Padila, 2019, Widiani S, 2020).

2.2.9. Penatalaksanaan ISPA

Menurut *World Health Organization* (2020), penatalaksanaan ISPA didasarkan pada tingkat keparahan penyakit yang dialami pasien. Berikut adalah langkah-langkah penatalaksanaan yang direkomendasikan:

1. ISPA Ringan
 - a. Pasien dengan gejala ringan dianjurkan untuk melakukan isolasi mandiri di rumah.
 - b. Pasien harus menjaga kebersihan pribadi, menggunakan masker medis, dan menerapkan etika batuk.
 - c. Konsultasi medis dilakukan melalui jalur informasi COVID-19 atau telemedicine untuk pemantauan lebih lanjut.

2. ISPA Sedang

- a. Pasien dengan gejala sedang dapat dirawat di fasilitas kesehatan atau fasilitas umum yang telah disiapkan, seperti stadion, gimnasium, atau hotel.
- b. Pasien diberikan akses ke pos kesehatan khusus untuk pemantauan dan intervensi medis bila diperlukan.
- c. Jika gejala memburuk, pasien segera dirujuk ke rumah sakit.

3. ISPA Berat

- a. Pasien dirawat di fasilitas kesehatan dengan akses terapi oksigen.
- b. Oksigen diberikan untuk menjaga saturasi oksigen minimal 90% pada pasien dewasa atau 92-95% pada pasien hamil.
- c. Antibiotik empirik dapat diberikan pada kasus pneumonia yang dicurigai.

4. ISPA Kritis

- a. Pasien dirawat di unit perawatan intensif (ICU).
- b. Dukungan ventilasi mekanis diberikan kepada pasien dengan gagal napas.
- c. Strategi ventilasi pelindung paru-paru, seperti pengaturan volume tidal rendah, diterapkan untuk mencegah cedera paru tambahan.
- d. Pasien dipantau ketat untuk tanda-tanda perburukan klinis, seperti syok sepsis atau gagal organ multipel.

2.2.10. Faktor-faktor ISPA

Menurut John Gordon dan La Richt (2017), model *Epidemiologic Triangle* menggambarkan interaksi antara tiga komponen utama penyebab penyakit infeksi seperti ISPA (Infeksi Saluran Pernapasan Akut) dipengaruhi oleh tiga faktor utama, yaitu:

1. Agen (*Agent*): Merupakan mikroorganisme yang menyebabkan penyakit, seperti virus (misalnya influenza, COVID-19, rhinovirus) atau bakteri (seperti *Streptococcus pneumoniae*,

- Haemophilus influenzae). Sifat agen ini, seperti virulensi dan ketahanan terhadap pengobatan, berperan dalam terjadinya infeksi.
2. Tuan Rumah (*Host*): Faktor terkait dengan individu yang terinfeksi, seperti usia, jenis kelamin, status imunisasi, berat badan lahir, pemberian ASI ekslusif dan pendidikan ibu (Lazamidarmi et al. 2021).
 - a. Usia

Usia mempunyai pengaruh terhadap kejadian ISPA, terutama saat bayi dan balita. Selama dekade pertama kehidupan, sistem pernapasan mengalami perkembangan yang signifikan, termasuk pembentukan alveoli, yang terus berlangsung hingga masa kanak-kanak awal. Proses perkembangan ini membuat anak-anak lebih rentan terhadap infeksi saluran pernapasan, terutama pada tahun pertama, karena paru-paru dan sistem imun mereka masih dalam tahap pematangan. Struktur paru-paru yang belum sempurna dan respons imun yang belum berkembang berkontribusi pada peningkatan risiko infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) selama periode kritis ini. (Kliegman, R., et al, 2020)

- b. Jenis kelamin

Jenis kelamin memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Penelitian yang dilakukan oleh Firza et al. (2020), menunjukkan bahwa jumlah kasus ISPA lebih tinggi pada perempuan dibandingkan laki-laki, dengan puncak kasus tercatat pada bulan Maret 2020. Beberapa faktor dapat menjelaskan perbedaan ini, termasuk perbedaan dalam struktur anatomi dan fisiologi antara laki-laki dan perempuan, serta perbedaan dalam respons sistem imun.

Selain itu, pola hidup dan tingkat interaksi sosial yang lebih tinggi pada perempuan, serta kecenderungan mereka untuk lebih sering mengunjungi fasilitas kesehatan, dapat berkontribusi pada tingginya angka kasus yang tercatat. Hal ini menunjukkan perlunya perhatian khusus terhadap faktor-faktor yang mempengaruhi kejadian ISPA berdasarkan jenis kelamin.

c. Imunisasi

Imunisasi adalah proses pemberian vaksin untuk merangsang sistem kekebalan tubuh agar dapat mengenali dan melawan patogen tertentu, dengan tujuan untuk mencegah terjadinya penyakit infeksi, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Imunisasi bekerja dengan merangsang respons imun adaptif tubuh. Ketika vaksin diberikan, tubuh menghasilkan respons terhadap antigen dalam vaksin, seperti pembentukan antibodi dan sel memori yang mengenali patogen penyebab ISPA (seperti virus influenza atau *Streptococcus pneumoniae*). Setelah vaksinasi, jika tubuh terpapar patogen yang sama di masa depan, sistem kekebalan tubuh akan merespons lebih cepat dan efektif, mencegah infeksi saluran pernapasan akut.

Jenis-jenis imunisasi yang diwajibkan oleh pemerintah Indonesia untuk anak balita berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia dan Kementerian Kesehatan RI yang berlaku:

- 1) BCG (Bacillus Calmette-Guérin)
 - a) Mencegah TBC (Tuberkulosis).
 - b) Diberikan pada bayi usia 0-2 bulan.

- 2) Hepatitis B
 - a) Mencegah infeksi Hepatitis B.
 - b) Diberikan pada bayi usia 0-2 bulan (dosis pertama) dan dosis kedua pada usia 2 bulan.
 - 3) DPT-HB-Hib (Difteria, Pertusis, Tetanus, Hepatitis B, Haemophilus influenzae tipe b)
 - a) Mencegah difteri, pertusis (batuk rejan), tetanus, hepatitis B, dan infeksi yang disebabkan oleh Haemophilus influenzae tipe b.
 - b) Diberikan pada usia 2, 3, dan 4 bulan.
 - 4) Polio (IPV atau OPV)
 - a) Mencegah Poliomielitis (polio).
 - b) Diberikan pada usia 2, 3, dan 4 bulan.
 - 5) Campak (MR/Mumps, Rubella)
 - a) Mencegah campak, rubella, dan gondongan.
 - b) Diberikan pada usia 9 bulan (dosis pertama) dan dosis kedua pada usia 18 bulan.
 - 6) Influenza
 - a) Mencegah infeksi influenza (flu).
 - b) Diberikan pada usia 6 bulan dan setiap tahunnya.
 - 7) PCV (Pneumococcal Conjugate Vaccine)
 - a) Mencegah infeksi akibat bakteri Streptococcus pneumoniae, seperti pneumonia dan meningitis.
 - b) Diberikan pada usia 2, 3, dan 4 bulan.
- Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni et al. (2020) disimpulkan adanya hubungan kelengkapan imunisasi dengan kejadian ISPA pada anak usia 12-24 bulan diwilayah kerja Puskesmas Lubuk Buaya Padang Tahun 2019.

d. Berat Badan Lahir Rendah (BBLR)

Berat Badan Lahir Rendah (BBLR) didefinisikan sebagai bayi yang lahir dengan berat kurang dari 2.500 gram. Bayi dengan BBLR memiliki risiko lebih tinggi terhadap berbagai masalah kesehatan, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia, bayi dengan BBLR memiliki risiko kematian yang lebih besar dibandingkan bayi dengan berat lahir normal. Hal ini disebabkan oleh pembentukan sistem kekebalan tubuh yang kurang sempurna, sehingga mereka lebih rentan terhadap mikroorganisme patogen.

Namun sebagian bayi BBLR mampu mengalami *catch-up growth*, yaitu proses mengejar ketertinggalan berat dan panjang badan dalam dua tahun pertama kehidupan. Apabila *catch-up growth* tercapai secara optimal, maka risiko komplikasi jangka panjang, termasuk kerentanan terhadap infeksi seperti ISPA, dapat menurun secara signifikan. Namun demikian, meskipun bayi BBLR telah mencapai berat badan normal secara fisik, hal tersebut tidak selalu berarti bahwa maturasi sistem imun dan paru-parunya telah setara dengan bayi lahir cukup bulan dengan berat lahir normal (Arigliani et al. 2018). Studi oleh (Kim et al., 2020) menegaskan bahwa struktur paru-paru dan respons imun bawaan bayi BBLR tetap dapat mengalami gangguan jangka panjang, bahkan setelah *catch-up growth* tercapai.

Dalam konteks ini, beberapa balita yang tampaknya telah mengejar berat badannya tetap mengalami ISPA karena kerusakan mikrostruktur alveoli dan perkembangan sistem kekebalan yang tidak sepenuhnya pulih, terutama

jika tidak diikuti dengan stimulasi dan pemenuhan gizi mikro (seperti vitamin A, D, dan zinc) yang mendukung sistem imun. Hal ini sejalan dengan temuan normal Wang et al. (2021) yang menyatakan bahwa anak BBLR yang mengalami *catch-up weight* tetapi tidak *catch-up* secara fungsional pada aspek imun dan respirasi tetap memiliki risiko lebih tinggi untuk mengalami infeksi saluran napas berulang dibandingkan anak dengan berat lahir normal.

Penelitian oleh Ariyanto (2018) menunjukkan bahwa balita dengan riwayat BBLR memiliki peluang 2,21 kali lebih besar menderita ISPA dibandingkan balita dengan berat lahir normal.

e. Pemberian Asi Ekslusif

ASI eksklusif adalah pemberian hanya Air Susu Ibu (ASI) kepada bayi selama 6 bulan pertama kehidupannya tanpa tambahan cairan lain, seperti susu formula, air putih, teh, atau makanan pendamping lainnya, kecuali obat-obatan atau vitamin yang diresepkan dokter (Kemenkes RI, 2016). ASI eksklusif sangat penting karena mengandung semua zat gizi yang diperlukan untuk tumbuh kembang bayi, antibodi yang melindungi bayi dari berbagai infeksi termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), dan terbukti menurunkan risiko penyakit pada bayi dan anak. ISPA sendiri adalah infeksi yang menyerang saluran pernapasan atas maupun bawah dan berlangsung kurang dari 14 hari, yang dapat disebabkan oleh bakteri, virus, atau faktor lingkungan seperti paparan polusi udara dan asap rokok (Kemenkes RI, 2015). ASI eksklusif memiliki peran penting dalam pencegahan ISPA, karena bayi yang tidak mendapatkan ASI eksklusif cenderung lebih rentan akibat sistem kekebalan tubuh yang belum terbentuk sempurna

serta tidak adanya proteksi imunoglobulin dari ASI untuk melawan bakteri dan virus penyebab ISPA. Penelitian menunjukkan bahwa bayi yang mendapatkan ASI eksklusif memiliki risiko lebih rendah terkena ISPA, dengan manfaat seperti penurunan risiko infeksi berkat kandungan imunoglobulin A (IgA), gejala yang lebih ringan pada bayi yang terkena ISPA, serta peningkatan daya tahan tubuh untuk mempercepat pemulihan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wahyuni et al. (2020) disimpulkan adanya pemberian ASI ekslusif dengan kejadian ISPA pada anak usia 12-24 bulan diwilayah kerja Puskesmas Lubuk Buaya Padang Tahun 2019.

f. Prematuritas

Prematuritas adalah kondisi di mana seorang anak lahir sebelum usia kehamilan mencapai 37 minggu penuh. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) mendefinisikan kelahiran prematur sebagai kelahiran yang terjadi sebelum 37 minggu kehamilan selesai (Blencowe et al., 2019).

Prematuritas dikategorikan berdasarkan usia kehamilan saat bayi lahir (Rahmawati & Yuliani, 2020) :

- 1) Prematur sangat dini (*extremely preterm*): <28 minggu
- 2) Prematur dini (*very preterm*): 28–32 minggu
- 3) Prematur sedang hingga akhir (*moderate to late preterm*): 32–<37 minggu

Klasifikasi ini penting karena semakin dini kelahiran terjadi, semakin tinggi risiko komplikasi kesehatan bagi anak. Anak yang lahir prematur, yaitu dengan usia kehamilan kurang dari 37 minggu, memiliki risiko hampir dua kali lipat lebih besar untuk mengalami ISPA dibandingkan anak yang lahir cukup bulan. Hal ini

disebabkan oleh sistem imun dan fungsi paru-paru yang belum matang secara optimal pada bayi prematur (Shi et al. 2015).

g. Status Gizi

Status gizi adalah keadaan kesehatan seseorang yang ditentukan oleh keseimbangan antara asupan zat gizi dari makanan dan kebutuhan tubuh untuk pertumbuhan, pemeliharaan, serta aktivitas. Status gizi yang baik mendukung sistem imun yang optimal, sedangkan status gizi kurang menyebabkan penurunan daya tahan tubuh sehingga meningkatkan risiko infeksi, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Dalam penelitian oleh Caniago et al. (2022), ditemukan bahwa status gizi memiliki hubungan signifikan dengan kejadian ISPA pada balita. Balita dengan gizi kurang lebih banyak mengalami ISPA dibandingkan yang bergizi baik. Hasil analisis statistik menunjukkan nilai *p-value* = 0,000, yang berarti terdapat hubungan yang bermakna antara status gizi dan kejadian ISPA.

Penilaian status gizi balita umumnya dilakukan dengan indikator antropometri, salah satunya adalah berdasarkan indeks Berat Badan menurut Tinggi Badan (BB/TB) menurut PMK No. 2 Tahun 2020:

- 1) Berat Badan menurut Umur (BB/TB) dinyatakan dalam bentuk Z-score, yaitu:

$$Z = \frac{\text{BB hitung} - \text{Nilai Median Rujukan}}{\text{Standar Deviasi (SD)}}$$

- 2) Kategori status gizi berdasarkan Z-score BB/TB:
 - a) Gizi buruk (*severely wasted*) <-3 SD
 - b) Gizi kurang (*wasted*) - 3 SD sd < - 2 SD
 - c) Gizi baik (normal) -2 SD sd +1 SD

- d) Berisiko gizi lebih (*possible risk of overweight*) > + 1 SD sd + 2 SD
 - e) Gizi lebih (*overweight*) > + 2 SD sd + 3 SD
 - f) Obesitas (*obese*) > + 3 SD
- h. Riwayat Atopi

Atopi merupakan kondisi predisposisi genetik yang ditandai oleh kecenderungan individu untuk memproduksi antibodi imunoglobulin E (IgE) sebagai respons terhadap paparan alergen lingkungan yang umumnya tidak berbahaya. Kondisi ini berkaitan erat dengan berbagai penyakit alergi seperti asma, rinitis alergi, dan dermatitis atopik. Anak-anak dengan riwayat atopi memiliki sistem imun yang hiperresponsif, sehingga lebih rentan mengalami inflamasi saluran pernapasan, baik akibat alergen maupun agen infeksius (Wang et al., 2023).

Dalam konteks Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA), riwayat atopi berperan sebagai faktor host yang dapat memperberat gejala penyakit. Studi oleh Wang et al. (2023) menunjukkan bahwa anak-anak dengan riwayat atopi memiliki kadar IgE serum yang lebih tinggi dan mengalami gejala pneumonia yang lebih berat, seperti demam yang lebih lama, pneumonia lobar, dan risiko lebih tinggi terhadap pneumonia refrakter akibat infeksi *Mycoplasma pneumoniae*. Hal ini menunjukkan bahwa respons imun yang berlebihan pada anak atopik justru memperparah inflamasi saluran napas selama infeksi, sehingga memperburuk kondisi klinis dan memperpanjang durasi penyembuhan.

Secara imunologis, reaksi atopi memicu aktivasi sel mast, eosinofil, dan mediator inflamasi lainnya yang berkontribusi terhadap kerusakan jaringan dan gangguan

pertahanan mukosilier saluran napas. Kondisi ini menciptakan lingkungan yang mendukung replikasi mikroorganisme patogen serta menurunkan efisiensi sistem imun dalam melawan infeksi. Oleh karena itu, anak-anak dengan riwayat atopi memiliki risiko lebih besar mengalami ISPA yang berat dan berkepanjangan dibandingkan anak yang tidak memiliki riwayat atopi.

Dengan demikian, riwayat atopi merupakan salah satu faktor risiko yang penting untuk diperhatikan dalam kajian epidemiologi ISPA pada balita, terutama dalam upaya pencegahan dan manajemen kasus ISPA yang berat.

i. Penyakit Kronis

Penyakit kronis adalah Penyakit kronis adalah kondisi medis yang berlangsung dalam waktu lama (biasanya minimal 3 bulan atau lebih) dan memerlukan pengelolaan jangka panjang, baik dengan pengobatan, pemantauan, maupun terapi khusus (CDC, 2023). Pada anak-anak, penyakit kronis meliputi kelainan bawaan, infeksi jangka panjang, atau penyakit sistemik yang mempengaruhi fungsi organ vital.

Menurut Shi et al. (2015), penyakit kronis yang relevan dalam konteks ISPA antara lain: displasia bronkopulmonalis (BPD), infeksi HIV, penyakit jantung bawaan, sindrom Down, fibrosis kistik, dan asma aktif.

Penyakit kronis merupakan kondisi medis yang menetap lebih dari 3 bulan dan berpotensi menurunkan daya tahan tubuh terhadap infeksi saluran pernapasan (CDC, 2023). Penyakit kronis meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan akut (ISPA) berat, termasuk infeksi RSV (*Respiratory Syncytial Virus*), melalui berbagai mekanisme berikut:

- 1) Gangguan sistem imun: Anak-anak dengan HIV atau sindrom Down mengalami defisiensi imun bawaan dan adaptif sehingga tubuh mereka lebih sulit melawan infeksi virus.
- 2) Kelainan anatomi dan fungsi paru: Kondisi seperti BPD dan fibrosis kistik menyebabkan perubahan pada struktur saluran napas dan produksi mukus berlebihan, memperbesar risiko obstruksi jalan napas saat infeksi terjadi.
- 3) Disfungsi kardiopulmonal: Pada penyakit jantung bawaan, terganggunya sirkulasi darah ke paru-paru memperparah hipoksemia saat ISPA. Respons inflamasi berlebihan: Penyakit seperti asma aktif memperberat infeksi virus akibat adanya inflamasi kronik di saluran napas. Imaturitas sistem pernapasan: Bayi prematur dengan BPD memiliki sistem paru dan imun yang belum matang, meningkatkan kerentanan terhadap ISPA berat.

Penelitian oleh Deng et al. (2024) menemukan bahwa penyakit kronis seperti BPD, HIV, penyakit jantung bawaan, sindrom Down, fibrosis kistik, dan asma aktif meningkatkan odds ratio kejadian RSV-ALRI yang dirawat inap antara 1,14 hingga 4,55 kali lipat dibandingkan anak tanpa penyakit kronis. Studi oleh Verwey et al. (2023) juga melaporkan bahwa anak-anak yang dirawat karena RSV-ALRI saat bayi berisiko lebih tinggi mengalami gejala pernapasan jangka panjang seperti mengi hingga usia dua tahun.

Selain itu, meta-analisis oleh *The Pediatric Infectious Disease Journal* (2024) menegaskan bahwa penyakit neurologis, status imunokompromis,

prematuritas, dan berat badan lahir rendah juga memperparah perjalanan ISPA.

3. Lingkungan (*Environment*): Faktor eksternal yang mempengaruhi penyebaran penyakit, seperti kondisi cuaca, sanitasi, kepadatan hunian, polusi udara, ventilasi, jenis lantai rumah dan jenis bahan bakar untuk memasak (Bustan, 2006., Lazamidarmi, Sitorus, and Listiono 2021).

- a. Kondisi cuaca

Kondisi cuaca memiliki peran signifikan dalam kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA). Perubahan cuaca yang drastis, seperti peralihan dari musim panas ke musim hujan, dapat menurunkan kekebalan tubuh seseorang, sehingga meningkatkan risiko terjadinya ISPA.

Selain itu, suhu udara yang ekstrem, baik terlalu panas maupun terlalu dingin, dapat mempengaruhi kesehatan saluran pernapasan. Cuaca panas, misalnya, dapat meningkatkan risiko dehidrasi dan melemahkan daya tahan tubuh, sehingga seseorang lebih rentan terhadap infeksi saluran pernapasan.

Kelembaban udara juga berperan dalam penyebaran virus dan bakteri penyebab ISPA. Pada kondisi kelembaban tinggi, mikroorganisme penyebab ISPA dapat berkembang biak lebih cepat, meningkatkan risiko penularan.

Perubahan cuaca yang tidak menentu, seperti pada musim pancaroba, menyebabkan fluktuasi suhu yang dapat mempengaruhi daya tahan tubuh, sehingga meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran pernapasan.

Oleh karena itu, penting untuk meningkatkan kewaspadaan terhadap perubahan kondisi cuaca dan mengambil langkah-langkah pencegahan, seperti menjaga kebersihan lingkungan, meningkatkan asupan gizi, dan

menggunakan pelindung diri saat beraktivitas di luar ruangan, guna meminimalkan risiko terjadinya ISPA.

b. Sanitasi

Sanitasi merujuk pada upaya menjaga kebersihan lingkungan untuk mencegah penyakit dengan menyediakan fasilitas yang memadai untuk pembuangan limbah, termasuk air limbah dan kotoran manusia, serta memastikan kebersihan pribadi dan lingkungan (WHO, 2019). Sanitasi yang buruk, seperti tidak tersedianya fasilitas air bersih dan sistem pembuangan limbah yang memadai, dapat menjadi sumber berbagai penyakit, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Faktor lingkungan, termasuk kebersihan dan sanitasi, memainkan peran penting dalam risiko terjadinya ISPA, terutama pada kelompok rentan seperti balita dan lanjut usia.

c. Kepadatan Hunian

Menurut Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (Kemenpera) Republik Indonesia, salah satu pedoman yang ditetapkan adalah luas rumah sehat minimal 9 meter persegi per orang untuk memenuhi kebutuhan ruang hidup yang layak dan sehat. Rumah dengan luas yang memadai mendukung terciptanya lingkungan yang sehat, yang berperan penting dalam mencegah timbulnya berbagai penyakit, termasuk Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA).

Rumah yang tidak memenuhi standar luas minimum cenderung memiliki ventilasi yang buruk. Ventilasi yang tidak memadai mengarah pada akumulasi polutan udara dalam ruangan, yang dapat memicu penyakit ISPA, terutama pada balita yang sistem pernapasannya lebih

sensitif. Jika rumah terlalu kecil untuk jumlah penghuni yang banyak, kepadatan penghuni yang tinggi di ruang yang terbatas dapat meningkatkan kemungkinan penularan penyakit, termasuk ISPA, terutama jika ada anggota keluarga yang sedang sakit.

Rumah dengan ruang yang terbatas dan tidak cukup penerangan cenderung memiliki kelembapan yang tinggi. Kondisi kelembapan yang berlebihan mendukung pertumbuhan jamur dan bakteri, yang bisa menyebabkan infeksi saluran pernapasan.

Penelitian oleh Saputri, Sudiarti, dan Zurrahmi (2023) menunjukkan adanya hubungan signifikan antara kepadatan hunian kamar dan jenis bahan bakar memasak dengan kejadian Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada balita di Desa Pulau Rambai.

Cara mengukur kepadatan hunian menurut Permenkes RI No. 1077 Tahun 2011 tentang Pedoman Penyehatan Udara dalam Ruang Rumah, kepadatan hunian dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Kepadatan Hunian} = \frac{\text{Jumlah Penghuni (Orang)}}{\text{Luas Rumah (m}^2\text{)}}$$

Setelah diperoleh hasil, kepadatan hunian dibandingkan dengan standar minimal kepadatan hunian yang ditetapkan oleh Kementerian Kesehatan RI, yaitu ≥ 9 m² per orang.

Kategori Kepadatan Hunian:

- 1) Memenuhi standar jika luas rumah ≥ 9 m² per orang
- 2) Tidak memenuhi standar jika luas rumah < 9 m² per orang

d. Kebiasaan Merokok

Paparan Asap Rokok adalah kegiatan atau aktivitas seseorang berupa membakar rokok serta menimbulkan asap yang dapat terhisap oleh orang – orang disekitar (Aprianti et al. 2024). Paparan Asap Rokok sangat berpengaruh terhadap balita yang terpapar asap rokok beresiko terkena ISPA dibanding balita yang tidak terpapar asap rokok Asap rokok merupakan salah satu sumber utama polusi udara dalam rumah tangga, dan sangat berdampak pada kesehatan saluran pernapasan, terutama pada balita yang sistem kekebalan tubuh dan saluran pernapasannya masih berkembang. Paparan asap rokok secara pasif (secondhand smoke) dapat menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan yang akhirnya meningkatkan risiko Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) pada balita.

Asap rokok mengandung lebih dari 7.000 bahan kimia, termasuk zat yang berbahaya bagi saluran pernapasan, dan dapat meningkatkan risiko ISPA pada anak-anak. Sebuah studi terbaru menunjukkan bahwa "paparan terhadap asap rokok secara pasif meningkatkan insidensi ISPA pada anak-anak di rumah tangga dengan orang tua perokok." (Aguirre et al., 2023).

e. Jenis bahan bakar untuk memasak

Penggunaan bahan bakar seperti kayu bakar, arang, atau minyak tanah dalam memasak menghasilkan polusi udara di dalam ruangan yang berbahaya bagi kesehatan, terutama bagi balita yang sering berada di dalam rumah. Partikel halus yang dihasilkan oleh bahan bakar tradisional ini dapat merusak saluran pernapasan dan memicu ISPA.

Sebuah penelitian di Indonesia menunjukkan bahwa "balita yang tinggal di rumah tangga dengan bahan bakar

tradisional memiliki prevalensi ISPA yang lebih tinggi dibandingkan dengan yang tinggal di rumah dengan bahan bakar gas." (Siregar et al., 2023).

f. Asap kendaraan

Polusi udara yang berasal dari asap kendaraan bermotor juga berperan penting dalam meningkatkan kejadian ISPA, terutama di daerah perkotaan dengan tingkat lalu lintas tinggi. Asap kendaraan mengandung polutan seperti karbon monoksida, nitrogen oksida, dan partikel debu halus yang berbahaya bagi kesehatan pernapasan, termasuk ISPA.

Menurut WHO Tahun 2022 mengungkapkan bahwa "tingginya konsentrasi polusi udara akibat asap kendaraan di lingkungan perkotaan dapat meningkatkan risiko ISPA, terutama pada balita yang tinggal di daerah dengan kualitas udara yang buruk."

g. Ventilasi

Berdasarkan Peraturan Bangunan Nasional (PBN) di Indonesia, ventilasi suatu bangunan harus memenuhi syarat tertentu agar dapat mendukung kesehatan penghuni dan menciptakan kualitas udara yang baik. Berikut adalah syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh lubang ventilasi berdasarkan peraturan terkait:

Syarat-Syarat Lubang Ventilasi Bangunan:

- 1) Luas Ventilasi: Luas lubang ventilasi minimal harus memenuhi ketentuan tertentu, yang biasanya diukur berdasarkan perbandingan antara luas ventilasi dan luas lantai ruangan. Ventilasi harus memiliki luas minimal 1/10 dari luas lantai ruangan. Misalnya, untuk ruangan dengan luas 20 m², ventilasi harus memiliki luas minimal 2 m².

- 2) Jumlah Lubang Ventilasi: Jumlah ventilasi yang diperlukan pada sebuah bangunan tergantung pada jumlah ruangan dan fungsi bangunan tersebut. Setiap ruang dalam bangunan, baik kamar tidur, ruang tamu, atau dapur, harus memiliki setidaknya satu lubang ventilasi untuk memastikan sirkulasi udara yang baik.
- 3) Lokasi Ventilasi: Ventilasi harus diposisikan sedemikian rupa sehingga dapat mengalirkan udara segar ke dalam ruangan dan mengeluarkan udara kotor atau polutan. Ventilasi harus dipasang pada bagian atas atau dekat atap untuk memberikan ruang bagi udara panas dan lembap untuk keluar, serta pada bagian bawah dinding untuk mengalirkan udara segar.
- 4) Posisi Ventilasi yang Tepat: Ventilasi harus diletakkan pada posisi yang tidak terhalang oleh perabotan atau struktur lainnya, yang bisa menghalangi aliran udara. Juga, ventilasi sebaiknya menghadap ke luar untuk memastikan sirkulasi udara yang maksimal.
- 5) Ketinggian dan Sirkulasi Udara: Ventilasi sebaiknya berada pada ketinggian yang dapat memaksimalkan aliran udara alami, dengan prinsip udara panas akan bergerak naik dan udara dingin dari luar akan mengalir ke dalam. Ventilasi yang lebih tinggi di dinding akan lebih efektif dalam mengeluarkan udara panas dari dalam ruangan.
- 6) Jenis dan Bahan Ventilasi: Bahan yang digunakan untuk ventilasi harus kuat dan tahan lama, seperti bahan logam atau bahan yang tidak mudah terkorosi, serta mudah dibersihkan untuk menghindari penumpukan debu dan kotoran yang dapat mengurangi kualitas udara.

Penelitian yang dilakukan oleh Sudirman et al. (2020) menunjukkan hubungan signifikan antara ventilasi rumah dengan kejadian ISPA pada balita di wilayah kerja Puskesmas Juntinyuat, Kabupaten Indramayu.

Pengukuran luas ventilasi menggunakan alat ukur meteran, dengan mengukur panjang dan lebar ventilasi kemudian setelah didapatkan luasnya, maka dilakukan pengukuran terhadap luas ventilasi dibandingkan dengan luas lantai dengan cara :

$$\text{Ventilasi} = \frac{\text{Luas ventilasi ruangan} \times 100}{\text{Luas lantai Ruangan}}$$

Apabila luas ventilasi <10%, maka dikatakan bahwa ventilasi tidak memenuhi syarat, yang berdasarkan pada Permenkes 2 Tahun 2023 menyebutkan minimal luas ventilasi buatan 10% dari luas lantai.

h. Jenis lantai rumah

Jenis lantai rumah juga berpengaruh pada kualitas udara dalam rumah. Lantai rumah yang terbuat dari bahan yang mudah menyerap debu dan kotoran, seperti karpet atau lantai kayu, dapat meningkatkan akumulasi debu yang menjadi salah satu pemicu iritasi saluran pernapasan. Sebaliknya, lantai yang terbuat dari bahan keras dan mudah dibersihkan, seperti keramik atau ubin, dapat membantu mengurangi akumulasi debu dan polutan di dalam rumah.

Penelitian menunjukkan bahwa "rumah dengan lantai yang mudah dibersihkan, seperti ubin atau keramik, memiliki risiko yang lebih rendah untuk kejadian ISPA pada balita dibandingkan dengan rumah yang menggunakan karpet atau lantai kayu" (Novianti & Fauzi, 2023).

2.3. Balita

2.3.1. Pengertian Balita

Masa balita mencakup periode setelah kelahiran hingga sebelum mencapai usia 59 bulan, yang terdiri dari bayi baru lahir (0-28 hari), bayi (0-11 bulan), dan anak balita (12-59 bulan). Kesehatan bayi dan balita sangat penting karena pada tahap ini terjadi perkembangan fisik dan mental yang pesat. Balita merupakan kelompok usia yang berada dalam fase perkembangan dengan sistem kekebalan tubuh yang belum sepenuhnya matang. Dalam fase ini, mereka lebih rentan terhadap infeksi (Kemenkes, 2023).

2.3.2. Karakteristik Balita

Berdasarkan karakteristiknya Kemenkes (2015), menggolongkan balita menjadi dua, yaitu anak usia 1-3 tahun dan anak usia (pra-sekolah):

1. Usia 1-3 tahun

Di usia ini, anak menjadi konsumen pasif dimana anak menerima makanan yang disediakan orang tuanya. Laju pertumbuhan di usia ini lebih besar dibandingkan dengan usia pra-sekolah sehingga asupan makanan yang dibutuhkan pun juga lebih besar.

2. Usia 3-5 Tahun (Pra Sekolah)

Anak usia 3-5 tahun (pra sekolah) anak menjadi konsumen aktif dimana anak sudah bisa memilih makanan yang disukainya. Di usia ini, anak sudah mulai mengenal lingkungannya yang berakibat pada perubahan perilaku. Di masa ini anak mengalami penurunan berat badan karena aktivitas yang mulai banyak dan penolakan terhadap makanan.

2.3.3. Balita dengan ISPA

Balita sangat rentan terhadap Infeksi Saluran Pernapasan Akut (ISPA) karena beberapa faktor yang berkaitan dengan kondisi fisik, perkembangan sistem imun, dan lingkungan sekitar mereka.

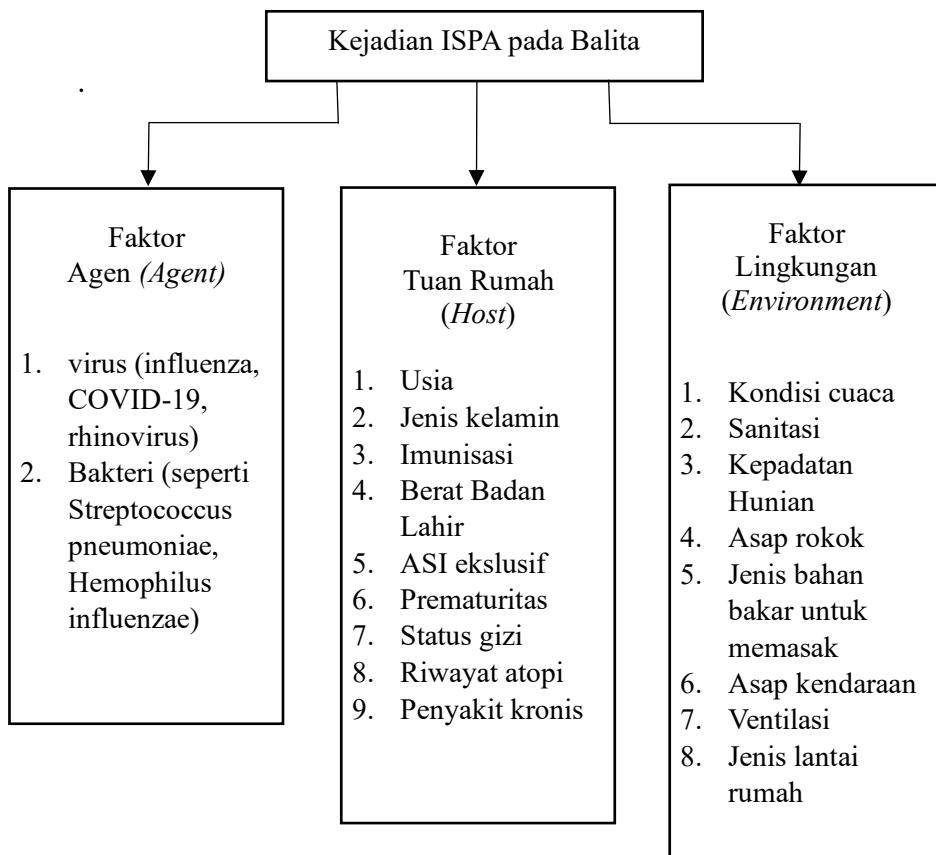
(Suryana, 2022), sistem kekebalan tubuh balita yang masih berkembang membuat mereka lebih sulit melawan infeksi yang disebabkan oleh virus, bakteri, atau patogen lainnya.

Saluran pernapasan mereka yang masih kecil dan belum matang membuatnya lebih mudah tersumbat oleh lendir atau infeksi. (Prawitasari dan Rani, 2021) juga menjelaskan bahwa perilaku balita, seperti sering memasukkan tangan atau benda kotor ke dalam mulut, meningkatkan risiko terkena ISPA, karena mereka sering terpapar patogen. Paparan lingkungan yang kurang sehat, seperti polusi udara atau asap rokok, serta kondisi gizi yang kurang juga mempengaruhi rentannya balita terhadap infeksi pernapasan (Yulianto & Siti, 2023).

Kurangnya vaksinasi di beberapa daerah dapat memperburuk situasi ini, sehingga balita lebih mudah terinfeksi penyakit yang seharusnya bisa dicegah (Kemenkes RI, 2020). Interaksi balita dengan anak-anak lain di tempat-tempat umum atau sekolah, di mana infeksi cepat menyebar, semakin meningkatkan kemungkinan mereka terjangkit ISPA (WHO, 2023). Semua faktor ini berkontribusi pada tingginya risiko ISPA pada balita, sehingga pencegahan yang baik melalui vaksinasi, kebersihan, dan lingkungan sehat sangat penting untuk melindungi mereka dari infeksi ini.

2.4. Kerangka Teori

Gambar 1. Kerangka Teori Faktor-Faktor ISPA Pada Balita



Sumber: Gordon, J dan Richt, L. (2017), Deng et al. (2024), Hafizhah et al. (2023)

, Lazamidarmi et al. (2021), Shi et al. (2015), Desi Sundari Utami et al. (2023)