

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pneumonia

1. Definisi

Pneumonia adalah penyakit infeksi yang disebabkan oleh mikroorganisme seperti bakteri, virus, jamur, dan parasit pada parenkim paru sehingga terjadi peradangan akut (Kemenkes, 2021b). Pneumonia dapat menyebabkan kantung udara di paru-paru terisi oleh mikroorganisme, cairan, dan sel-sel inflamasi, sehingga paru-paru tidak dapat berfungsi dengan baik dan menyebabkan nyeri saat bernapas seperti sesak napas atau napas cepat (National Institute for Health and Care Excellence, 2023). Pneumonia merupakan penyakit menular yang penyebarannya dapat melalui udara atau cairan dengan bentuk *droplet*. Faktor fisiologis tubuh dapat menjadi hal yang perlu diwaspadai dalam penyebaran suatu penyakit yang diakibatkan oleh mikroorganisme, sehingga dalam pneumonia faktor fisiologis seseorang menjadi suatu peran penting dalam kejadian penyakit.

2. Klasifikasi

Secara klinis dan epidemiologis, pneumonia diklasifikasikan dalam bentuk yang berbeda. Klasifikasi klinis dapat secara luas dilihat dari perbedaan berbagai kemungkinan patogen yang terlibat. Selain itu, pengelompokan paling umum adalah berdasarkan lokasi pasien saat terkena infeksi. Infeksi yang terjadi di rumah sakit dapat melibatkan lebih banyak patogen yang resistan terhadap obat dibandingkan dengan infeksi

yang terjadi di masyarakat (*Community Acquired Pneumonia* (CAP)). Dalam pengelompokan pneumonia yang didapat di rumah sakit (*Hospital Acquired Pneumonia* (HAP)), perbedaan lebih lanjut biasanya dibuat berdasarkan apakah pasien berada di unit perawatan intensif, atau diintubasi (*ventilator-acquired pneumonia* (VAP)) pada saat infeksi (Torres *et al.*, 2017; Kalil *et al.*, 2016).

Menurut Lim (2021), klasifikasi pneumonia dapat dikelompokkan sebagai berikut.

Tabel 2. 1
Klasifikasi Pneumonia

Klasifikasi	Deskripsi
Berdasarkan Lokasi	
1. <i>Community-acquired pneumonia</i> (CAP)	Infeksi yang didapat di masyarakat.
2. <i>Hospital-acquired pneumonia</i> (HAP)	Infeksi yang didapat setelah lebih dari 48 jam dirawat di rumah sakit atau pada seseorang yang baru saja keluar dari rumah sakit (dalam waktu 7 hari).
3. <i>Ventilator-acquired pneumonia</i> (VAP)	Infeksi yang didapat ketika pasien dirawat di ICU dan menggunakan ventilator mekanis selama lebih dari 48 jam.
Berdasarkan Kekebalan Tubuh	
1. <i>Immunocompetent</i>	Tidak ada disfungsi kekebalan tubuh
2. <i>Immunocompromised</i>	Terdapat disfungsi kekebalan tubuh.
Berdasarkan Jenis Patogen	
1. Virus	Klasifikasi ini bergantung pada mikrobiologi definitif ketika dilakukan diagnosis.
2. Bakteri	
3. Patogen	
4. Mikobakterial	
5. Parasit	

Community-acquired pneumonia (CAP) merupakan salah satu jenis pneumonia yang menjadi penyebab kematian paling umum bagi pasien penderita penyakit pneumonia berat. Usia, komorbiditas, derajat keparahan

pneumonia, adanya bakteremia, dan kadar serum faktor inflamasi merupakan beberapa faktor yang dapat memengaruhi kematian pada pasien dengan pneumonia berat (Lu *et al.*, 2019).

Hospital-acquired pneumonia (HAP) juga dikenal sebagai pneumonia nosokomial, adalah infeksi pneumonia yang disebabkan oleh mikroorganisme pada pasien yang keluar dari rumah sakit setelah sekitar 48 jam pengobatan. Sedangkan *Ventilator-associated pneumonia* (VAP) adalah pneumonia yang muncul setelah rawat inap lebih dari 48 hingga 72 jam dan melakukan intubasi endotrakeal (Lim, 2021). Pneumonia nosokomial dapat diketahui setelah dilakukan infiltrat paru pada radiografi dada, kondisi pernapasan memburuk, dan sekret pernapasan yang kental muncul (Cilloniz *et al.*, 2016).

3. Etiologi

Pneumonia didefinisikan sebagai infeksi pada parenkim paru-paru. Para ahli kesehatan menyebutkan bahwa pneumonia merupakan istilah umum untuk sindrom yang disebabkan oleh berbagai organisme yang menunjukkan tanda dan gejala yang berbeda (Jain *et al.*, 2023).

Berdasarkan jenisnya, *agent* dari pneumonia adalah sebagai berikut.

a. Pneumonia Komunitas (*Community-Acquired Pneumonia*)

1) Bakteri

Bakteri adalah penyebab pneumonia yang paling umum. *Streptococcus pneumoniae* (pneumokokus) adalah bakteri penyebab pneumonia yang paling sering ditemukan. Selain itu, bakteri lain

seperti *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Mycoplasma pneumoniae* juga dapat menyebabkan pneumonia (Pangandaheng *et al.*, 2023).

2) Virus

Virus juga dapat menjadi penyebab pneumonia. *Influenza virus* adalah salah satu penyebab pneumonia virus yang paling umum. Selain itu, virus lain seperti virus respiratori sincitial (RSV), adenovirus, dan virus parainfluenza juga dapat menyebabkan pneumonia (Pangandaheng *et al.*, 2023).

3) Jamur

Pneumonia akibat jamur lebih jarang terjadi dan biasanya memengaruhi individu dengan sistem kekebalan tubuh yang melemah. Contoh penyebab pneumonia jamur adalah *Cryptococcus*, *Histoplasma*, dan *Pneumocystis jirovecii* (Pangandaheng *et al.*, 2023).

b. Pneumonia Rumah Sakit (*Hospital-Acquired Pneumonia*) dan Pneumonia Ventilator (*Ventilator-Acquired Pneumonia*)

- 1) Bakteri basil gram negatif seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter*, dan *Enterobacter*.
- 2) Bakteri kokus gram positif seperti *Staphylococcus aureus*.
- 3) Virus dan jamur lain yang umum pada pasien dengan gangguan sistem imun dan sakit parah (Jain *et al.*, 2023).

4. Patofisiologi

Pneumonia merupakan penyakit menular yang menyebabkan peradangan pada jaringan paru-paru, khususnya pada kantung udara (alveoli). Kondisi ini menyebabkan alveoli terisi cairan atau nanah, mengganggu pertukaran gas, dan membuat pasien sulit bernapas. Pneumonia disebabkan oleh ketidakseimbangan sistem kekebalan tubuh dan berkembang biaknya mikroorganisme patogen. Mikroorganisme dapat masuk melalui *droplet* pernapasan, kemudian menyebar ke jaringan paru dan sebagian kecil dari mereka dapat masuk ke parenkim (bagian dalam paru-paru) melalui aliran darah. Bakteri dapat masuk ke parenkim pada tingkat alveolus, menyebabkan pneumonia bakterial (Sattar, Nguyen and Sharma, 2024).

Setelah mikroorganisme memasuki paru-paru, sistem kekebalan tubuh merespons dengan mengirim sel-sel darah putih, terutama neutrofil, untuk melawan infeksi. Proses ini menyebabkan peradangan di paru-paru. Peradangan menyebabkan kapiler memungkinkan sel darah putih dan antibodi masuk ke area pembengkakan paru-paru, produksi lendir yang lebih banyak, dan kerusakan jaringan. Selama peradangan, cairan berkumpul di alveoli yang mengganggu pertukaran oksigen dan karbon dioksida, yang dapat mengakibatkan kesulitan bernapas. Penumpukan cairan dapat menyebabkan hipoksemia, yaitu kadar oksigen dalam darah rendah, yang dapat menyebabkan gejala seperti sesak napas (Pangandaheng *et al.*, 2023).

5. Diagnosis

Diagnosis pneumonia didasarkan pada anamnesis, pemeriksaan fisik, dan pemeriksaan penunjang (radiologi dan laboratorium). Jika pemeriksaan radiologi menunjukkan infiltrat, kekeruhan, konsolidasi, atau *air bronchogram*, pneumonia dapat ditegakkan.

a. Gambaran Klinis

1) Anamnesis

Anamnesis dilakukan berdasarkan ada tidaknya gejala yang muncul. Suhu tubuh di atas 40°C, demam disertai menggigil, batuk berdahak terkadang disertai darah, nyeri dada atau sesak napas, dan kehilangan nafsu makan merupakan gejala umum yang muncul (Kemenkes, 2021b).

2) Pemeriksaan Fisis

Pemeriksaan fisis dapat dilakukan melalui inspeksi. Inspeksi dilakukan untuk mengidentifikasi area yang sakit ketika bernapas, pengerasan dada saat palpasi, dan adanya suara napas bronkovesikular hingga bronkial disertai ronki basah halus yang menjadi ronki basah kasar selama tahap resolusi (Kemenkes, 2021b).

b. Pemeriksaan Penunjang

1) Pemeriksaan radiologi

Pemeriksaan radiologi merupakan salah satu pemeriksaan penunjang yang dapat membantu menegakkan diagnosis pneumonia

pada pasien dengan temuan klinis yang mendukung. Temuan radiologi seperti konsolidasi, infiltrat, opasitas, nodul, dan penebalan dinding bronkial merupakan beberapa pemeriksaan penunjang yang dapat membantu menegaskan diagnosis pneumonia (Kemenkes, 2021b).

Pemeriksaan yang rutin dilakukan adalah radiografi toraks, sedangkan ultrasonografi (USG) dan *computed tomography* (CT Scan) toraks dilakukan sesuai indikasi.

- a) Radiografi toraks proyeksi posterior-anterior (PA) digunakan rutin sebagai uji diagnostik awal dan untuk mengevaluasi terapi jika tidak terjadi perbaikan klinis yang diharapkan atau jika kondisi pasien memburuk, serta untuk mengidentifikasi faktor predisposisi. Jika kondisi pasien membaik dalam 5-7 hari, radiografi ulang tidak diperlukan.
- b) USG toraks dapat dilakukan pada kasus pneumonia dengan dugaan kelainan pada parenkim paru perifer atau komplikasi ekstra paru (seperti efusi pleura, empiema, pneumotoraks).
- c) CT Scan toraks dengan atau tanpa kontras merupakan pemeriksaan radiologi yang paling akurat untuk pneumonia. Hal ini dapat dilakukan pada pasien dengan:
 - (1) Kecurigaan klinis pneumonia, tetapi gambaran radiografi toraks yang tidak spesifik.
 - (2) Pneumonia berat atau kompleks atau rekuren.

- (3) Gangguan imunitas.
- (4) Tidak merespons terapi yang sudah adekuat.
- (5) Penyakit yang mendasari atau faktor predisposisi.
- (6) Terdapat kecurigaan penyakit lain (contohnya keganasan, TBC paru, penyakit paru interstisial, abses paru). Jika terdapat kecurigaan keganasan, digunakan kontras (Kemenkes, 2021b).

2) Pemeriksaan mikrobiologi

Pemeriksaan mikrobiologi diperlukan untuk mengidentifikasi mikroorganisme penyebab dengan menggunakan bahan sputum, darah, atau aspirat endotrakeal, aspirat jaringan paru dan pencucian bronkus. Pengambilan sampel untuk pemeriksaan mikrobiologi dengan prosedur invasif (seperti bronkoskopi) hanya dilakukan pada pneumonia berat dan pneumonia yang tidak merespons pengobatan antibiotik. Patogen penyebab pneumonia sulit diidentifikasi dan membutuhkan waktu beberapa hari untuk mendapatkan hasilnya sedangkan pneumonia dapat menyebabkan kematian bila tidak segera diobati, oleh karena itu pengobatan awal pneumonia melibatkan penggunaan antibiotik secara empiris (Kemenkes, 2021b).

Penyebab spesifik pneumonia harus ditemukan karena dapat mengubah penatalaksanaan standar yang bersifat empiris. Berdasarkan data klinis dan epidemiologi, pengujian lebih lanjut

didasarkan pada kecurigaan terhadap patogen penyebab, dan berdasarkan hasil kerentanan antimikroba, spektrum antibiotik dapat diperluas, dipersempit, atau diubah (Kemenkes, 2021b).

3) Pemeriksaan kimia darah

Untuk pasien yang mengalami distress pernapasan (laju pernapasan lebih dari 30 atau SPO2 92% dengan udara ruangan), dilakukan pemeriksaan hematologi rutin, fungsi ginjal (urea dan kreatinin), serta analisis glukosa dan gas darah. Jika ada gangguan hemodinamik (tekanan sistolik lebih dari 100), pengujian laktat juga dapat dilakukan. Untuk mengetahui seberapa parah pneumonia (*Pneumonia Severity Index/PSI*), pemeriksaan fungsi hati (SGOT dan SGPT), pemeriksaan fungsi ginjal (Na), kadar elektrolit (Na), hematokrit, dan glukosa darah dapat dilakukan (Kemenkes, 2021b).

6. Prognosis

Prognosis pneumonia dipengaruhi oleh berbagai faktor, termasuk usia, status kognitif, penyakit penyerta (termasuk keganasan dan penyakit pernapasan kronis), immunosupresi, penyalahgunaan alkohol kronis, kondisi rumah sakit (rawat inap atau rawat jalan), dan kebutuhan akan dukungan ventilasi (Ito *et al.*, 2017).

Kelompok pasien yang lebih tua cenderung mengalami hasil klinis yang lebih buruk daripada kelompok yang lebih muda (Hespanhol and Bárbara, 2020). Sebuah studi observasional mencatat tingkat kematian yang lebih tinggi dalam waktu 30 hari sejak infeksi awal pada pasien berusia 65

tahun ke atas dengan infeksi paru *S pneumoniae*, bahkan setelah disesuaikan dengan status vaksinasi (Ruiz *et al.*, 2017). Kematian pada pneumonia bakteri juga dapat dikaitkan dengan jenis patogen yang terlibat. Sementara *S pneumoniae* merupakan penyebab umum kematian, spesies *Pseudomonas*, *S aureus*, dan infeksi polimikroba menunjukkan tingkat kematian yang lebih tinggi, mungkin disebabkan oleh faktor virulensinya (Poovieng, Sakboonyarat and Nasomsong, 2022).

Jika tidak diobati, pneumonia dapat mengakibatkan tingkat kematian keseluruhan hingga 30%. Skor PSI yang lebih tinggi telah berkorelasi dengan resolusi pneumonia bakteri yang kurang baik dengan penanda inflamasi yang meningkat, anemia, kebingungan, dan nitrogen urea darah yang meningkat. Kegagalan klinis dini dikaitkan dengan takipnea persisten, hipoksia, kebingungan, dan asidosis darah arteri dalam 3 hari pertama pengobatan pneumonia (Sattar, Nguyen and Sharma, 2024).

7. Komplikasi

Komplikasi seperti pneumonia ekstrapulmoner dapat muncul sebagai akibat dari pneumonia yang tidak ditatalaksana dengan baik. Misalnya, 10% kasus pneumonia pneumokokus dengan bakteremi menyebabkan meningitis, arthritis, endokarditis, perikarditis, peritonitis, dan empiema (Setiati *et al.*, 2014). Komplikasi abses paru yang paling umum adalah perdarahan intra kavitas dengan hemoptisis atau tumpahan isi abses dan penyebaran infeksi ke bagian paru lainnya. Komplikasi lainnya adalah empiema, fistula bronkopleura, septikemia, abses serebral, dan

sekresi hormon antidiuretik yang tidak tepat (Mani and Murray, 2020). Komplikasi pneumonia bakterial bisa parah, yang menyebabkan eksaserbasi penyakit penyerta yang sudah ada sebelumnya, gagal napas, dan sepsis yang terkait dengan kegagalan multiorgan dan koagulopati (Sattar, Nguyen and Sharma, 2024).

8. Penatalaksanaan

Penatalaksanaan pasien yang mengalami pneumonia ditentukan oleh tingkat keparahan kondisi penyakit. Penilaian ini dapat dievaluasi melalui Indeks Keparahan Pneumonia (PSI) atau sistem penilaian CURB-65, yang keduanya membantu menilai kebutuhan rawat inap pasien. Skor PSI memiliki akurasi yang lebih tinggi, tetapi lebih sulit untuk diterapkan, sedangkan skor CURB-65 penggunaannya lebih mudah karena hanya melibatkan lima variabel (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2022).

Setelah memperoleh skor untuk confusion, langkah berikutnya adalah mengevaluasi skor lainnya, termasuk urea, frekuensi pernapasan, tekanan darah, dan usia. Karena adanya keterbatasan dalam pemeriksaan BUN (*Blood Urea Nitrogen*), pemeriksaan biasanya dilakukan dengan mengonversi nilai ureum dengan membagi 2,14. Apabila nilai urea yang dihitung melebihi 19 mg/dL, maka akan diberikan skor 1, sedangkan nilai urea yang sama atau kurang dari 19 mg/dL akan mendapatkan skor 0. Total skor yang diperoleh akan digunakan untuk menentukan jenis perawatan pasien (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2022).

9. Pencegahan

Sebagai langkah pencegahan, vaksinasi pneumonia dapat mengurangi risiko infeksi dan penyebaran pneumonia. *Streptococcus pneumoniae* atau pneumokokus adalah bakteri gram positif berbentuk bulat yang berfungsi sebagai anaerob fakultatif. Saat ini, terdapat dua jenis vaksin pneumokokus, antara lain vaksin polisakarida pneumokokus dan vaksin konjugat pneumokokus. Vaksin polisakarida pneumokokus, atau PPSV23, mengandung kapsul antigen polisakarida dari 23 serotipe pneumokokus yang bertanggung jawab atas 90% infeksi penyakit pneumokokus invasif (IPD). Pada individu dewasa yang memiliki sistem imun yang baik, respons antibodi biasanya cukup memuaskan, dengan peningkatan antibodi dua kali lipat atau lebih dalam waktu 2-3 minggu setelah vaksinasi. Namun, sebuah penelitian menunjukkan bahwa polisakarida memiliki sifat imunogenik yang lemah, sehingga orang lanjut usia dan mereka yang menderita penyakit kronis atau memiliki kondisi imunokompromais tidak akan memberikan respons yang optimal terhadap vaksin ini. Oleh karena itu, vaksinasi PCV lebih dianjurkan pada lansia, anak-anak, dan individu dengan sistem imun yang lemah.

Pneumococcal conjugate vaccine (PCV)/vaksin konjugat adalah jenis vaksin yang terdiri dari beberapa polisakarida yang terikat pada protein non-toksik dari patogen lain, biasanya protein difteri. Vaksin ini menghasilkan antigen imunogenik yang memicu respons imun yang bergantung pada sel T, dengan dominasi IgG1 dan IgG3. Salah satu

keuntungannya adalah kemampuannya untuk membentuk memori imunologis, yang sangat penting untuk efektivitas vaksin. Meskipun vaksin PPSV memiliki lebih banyak strain dibandingkan vaksin konjugat, vaksin PPSV dapat merangsang respons imun yang lebih baik. Oleh karena itu, diharapkan pemberian vaksin PPSV terlebih dahulu sebelum vaksin konjugat akan memberikan hasil yang lebih optimal.

Vaksinasi pneumokokus dianjurkan untuk individu berusia ≥ 65 tahun atau orang dewasa berusia 19-64 yang memiliki kondisi tertentu, antara lain, alkoholisme, penyakit jantung/hati/paru-paru yang bersifat kronis, gagal ginjal kronis, kebiasaan merokok, implan koklea, kebocoran cairan serebrospinal, diabetes mellitus, kanker, infeksi HIV, penyakit hodgkin, imunodefisiensi, imunosupresi yang disebabkan oleh pengobatan, leukemia, limfoma, atau mieloma multipel, sindrom nefrotik, transplantasi organ, asplenia, talasemia, atau hemoglobinopati lainnya. Setelah pemberian vaksin PVC, dilanjutkan dengan vaksin PPSV23 setelah satu tahun, dengan interval minimal 8 minggu untuk lansia yang memiliki sistem imun yang lemah (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2022).

10. Faktor Risiko

Faktor risiko adalah aspek atau variabel yang berhubungan dengan peningkatan kemungkinan terjadinya suatu risiko, dalam hal ini penyakit tertentu. Faktor risiko juga dikenal sebagai faktor penentu, yang menentukan seberapa besar kemungkinan seseorang dapat jatuh sakit. Faktor penentu ini terkadang berkaitan juga dengan peningkatan atau

penurunan risiko terkena suatu penyakit.

Teori John Gordon dan La Richt (1950) menyatakan bahwa ada tiga komponen yang menyebabkan penyakit, yaitu manusia (*host*), agen penyebab (*agent*), dan lingkungan (*environment*). Penyakit dapat terjadi karena adanya ketidakseimbangan antara ketiga model tersebut. Model yang dikenal dengan model segitiga epidemiologi atau model *triad epidemiologi* ini merupakan cara yang baik untuk menjelaskan penyebab penyakit menular karena peran agen (mikroba) dapat dibedakan dengan jelas dari peran pejamu (*host*) dan lingkungannya.

Berdasarkan konsep segitiga epidemiologi, faktor risiko pneumonia antara lain sebagai berikut.

a. Faktor *Agent*

1) Pneumonia Komunitas (*Community-Acquired Pneumonia*)

a) Bakteri

Bakteri adalah penyebab pneumonia yang paling umum. *Streptococcus pneumoniae* (pneumokokus) adalah bakteri penyebab pneumonia yang paling sering ditemukan. Selain itu, bakteri lain seperti *Haemophilus influenzae*, *Staphylococcus aureus*, dan *Mycoplasma pneumoniae* juga dapat menyebabkan pneumonia (Pangandaheng *et al.*, 2023).

b) Virus

Virus juga dapat menjadi penyebab pneumonia. *Influenza virus* adalah salah satu penyebab pneumonia virus yang paling

umum. Selain itu, virus lain seperti virus respiratori sincitial (RSV), adenovirus, dan virus parainfluenza juga dapat menyebabkan pneumonia (Pangandaheng *et al.*, 2023).

c) Jamur

Pneumonia akibat jamur lebih jarang terjadi dan biasanya memengaruhi individu dengan sistem kekebalan tubuh yang melemah. Contoh penyebab pneumonia jamur adalah *Cryptococcus*, *Histoplasma*, dan *Pneumocystis jirovecii* (Pangandaheng *et al.*, 2023).

2) Pneumonia Rumah Sakit (*Hospital-Acquired Pneumonia*) dan Pneumonia Ventilator (*Ventilator-Acquired Pneumonia*)

- a) Bakteri basil gram negatif seperti *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Acinetobacter*, dan *Enterobacter*.
- b) Bakteri kokus gram positif seperti *Staphylococcus aureus*.
- c) Virus dan jamur lain yang umum pada pasien dengan gangguan sistem imun dan sakit parah (Jain *et al.*, 2023).

b. Faktor *Host*

1) Usia

Risiko Pneumonia meningkat seiring dengan meningkatnya usia pasien. Hal ini berhubungan dengan beberapa faktor risiko serta penyakit penyerta (Kemenkes, 2021b). Risiko pneumonia pada usia >18 tahun meningkat berhubungan dengan munculnya paparan faktor risiko lingkungan dan gaya hidup, seperti merokok, konsumsi

alkohol, serta paparan polutan dan zat kimia berbahaya. Selain itu, penyakit penyerta juga dapat menjadi faktor risiko pneumonia pada usia dewasa seperti asma, diabetes mellitus, dan lain-lain (Holma *et al.*, 2022). Risiko ini meningkat tajam seiring bertambahnya usia akibat proses penuaan yang menyebabkan penurunan fungsi imun, efisiensi mekanisme mukosiliar, elastisitas paru, serta kekuatan otot pernapasan. Terjadi perubahan kemampuan dinding dada untuk mengembang (*compliance*) dengan penurunan sekitar sepertiga mulai usia 30 tahun. Dengan bertambahnya usia, *compliance* dinding dada berkurang, namun paru menjadi semakin molor. Akibatnya, *Residual Volume* (RV) meningkat sekitar 50% antara usia 20-70 tahun, dan *Vital Capacity* (VC) menurun sekitar 75%. Peningkatan RV di paru-paru adalah volume udara yang tersisa di paru-paru setelah ekspirasi maksimal, sehingga dapat menyebabkan gangguan pertukaran gas (Hasan and Maranatha, 2019).

Sistem imun pada lanjut usia mengalami penurunan. Kelenjar timus, yang berperan dalam membentuk kekebalan tubuh mulai menyusut dan kehilangan kapasitas fungsionalnya. Pada usia 30 tahun, kadar hormon timus mulai menurun, dan pada usia 60 tahun, kadar tersebut hilang sama sekali. Sistem imun manusia adalah jaringan sel yang kompleks dan organ yang berfungsi secara terpisah dan bersama-sama untuk melindungi tubuh dari zat asing, seperti bakteri. Penurunan fungsi imun pada usia dewasa dan lanjut usia

menyebabkan tubuh lebih rentan terhadap infeksi mikroorganisme penyebab pneumonia (Anwari *et al.*, 2025).

Selain itu, perubahan anatomi dan fisiologi paru, seperti penurunan elastisitas jaringan paru dan gangguan pertukaran gas, turut memperbesar risiko terjadinya pneumonia komunitas pada kelompok usia ini. Perubahan fisiologi pada paru disebabkan oleh proses penuaan yang mulai terjadi pada usia 30 tahun dapat menyebabkan penurunan elastisitas paru, penurunan pengembangan dada, dan penurunan kekuatan otot rongga dada (Hasan and Maranatha, 2019). Faktor komorbiditas yang lebih sering ditemukan pada kelompok usia dewasa dan lansia, juga berperan penting dalam meningkatkan risiko keparahan pneumonia. Proses penuaan menyebabkan jaringan ikat paru berubah, kapasitas total paru dan volume cadangan paru meningkat. Meski demikian, aliran udara ke paru menurun, dan terjadi perubahan pada otot, tulang rawan, serta persendian dada yang mengganggu pergerakan napas serta mengurangi elastisitas dada (Rahmadani *et al.*, 2025).

Dengan demikian, usia >18 tahun merupakan faktor risiko yang berkontribusi terhadap tingginya kejadian pneumonia. Hal ini disebabkan oleh kombinasi penurunan fungsi sistem imun, perubahan fisiologi paru, serta tingginya prevalensi komorbiditas dan paparan faktor risiko lingkungan. Penelitian yang dilakukan oleh Rivero-Calle *et al.* (2019) membuktikan bahwa terdapat

hubungan antara faktor usia 18-60 tahun dengan kejadian pneumonia (OR=3,11; 95% CI: 1,80–1,97) dan usia >60 tahun dengan kejadian pneumonia (OR=4,34; 95% CI: 4,13–4,57).

2) Jenis Kelamin

Jenis kelamin dapat menjadi faktor risiko pneumonia berhubungan dengan gaya hidup yang berbeda. Hal ini dapat dikarenakan pria cenderung memiliki kebiasaan merokok. Perbedaan fisiologis paru juga berperan karena penurunan kapasitas difusi paru lebih cepat seiring usia akibat paparan rokok sehingga dapat meningkatkan kerentanan terhadap infeksi saluran napas bawah. Menurut Kemenkes (2021) merokok merupakan salah satu faktor risiko pneumonia. Berdasarkan hasil Survei Kesehatan Indonesia (SKI) 2023, prevalensi perokok laki-laki di Indonesia mencapai 43,8% sebagai perokok setiap hari, sedangkan prevalensi perokok setiap hari pada perempuan hanya 0,7%.

Selain itu, terdapat juga perbedaan respons imun bawaan, di mana kromosom X pada perempuan mengandung gen terkait regulasi imun yang meningkatkan kemampuan deteksi patogen dan modulasi respons sitokin. Estrogen pada perempuan juga merangsang produksi antibodi dan aktivitas makrofag alveolar, sedangkan testosteron pada laki-laki bersifat immunosupresif dengan menghambat diferensiasi sel B dan produksi IL-10 (Jankovic *et al.*, 2025).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan Rivero-Calle *et al.*, (2016), insiden pneumonia pada usia 18-65 tahun ke atas sebanding antara laki-laki dan perempuan, sedangkan pada usia >65 tahun insiden pneumonia lebih tinggi pada laki-laki daripada perempuan. Penelitian yang dilakukan oleh Fagerli *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa jenis kelamin laki-laki berhubungan dengan kejadian pneumonia pada usia ≥ 18 tahun (OR=1,64; 95% CI: 1,34–2,00).

3) Gaya Hidup

a) Merokok

Merokok dapat menjadi penyebab risiko pneumonia karena mengganggu fungsi epitel pernapasan dan proses pembersihan mikroorganisme dari saluran pernapasan, yang mengakibatkan sistem pernapasan tidak dapat berfungsi secara optimal. Paparan asap rokok meningkatkan kerentanan terhadap infeksi patogen melalui perubahan sekresi peptida antimikroba yang berfungsi untuk membunuh berbagai patogen dengan merusak membran sel mikroba yang sudah ada di epitelium nasal. Epitelium saluran respirasi berperan sebagai perlindungan pertama melawan gangguan lingkungan, dalam hal ini patogen, partikel berbahaya, dan alergen. Epitelium saluran pernapasan juga berperan penting dalam mengatur keseimbangan cairan, metabolisme, pembersihan agen inhalasi dan pengaturan respons imun dan inflamasi (Ardiana, 2021).

Epitel pernapasan merupakan garis pertahanan pertama tubuh di saluran pernapasan terhadap polutan dan patogen yang masuk ke paru-paru. Asap rokok dapat secara langsung merusak penghalang epitel saluran napas dan sel-sel bersilia, sel-sel goblet, sel-sel basal, serta kelenjar sekretori submukosa (Karisma *et al.*, 2023). Asap rokok dapat merusak sistem imun dan fungsi saluran pernapasan, seperti menurunkan efektivitas silia dan makrofag alveolar yang berperan melawan infeksi. Fungsi paru-paru pada perokok menurun sejak 2 tahun dari mulai merokok, dimulai dengan radang saluran udara kecil (Kasri *et al.*, 2020). Kerusakan pada jaringan paru dapat memudahkan patogen masuk dan berkembang, sehingga meningkatkan kejadian pneumonia (Kono *et al.*, 2021).

Nikotin yang ada dalam rokok dapat melemahkan kerja sel-sel pertahanan tubuh, seperti neutrofil, sehingga tubuh jadi kurang efektif dalam melawan mikroorganisme. Selain itu, nikotin juga menurunkan produksi zat-zat penting untuk kekebalan tubuh dan mengurangi jumlah sel CD4+, yang sangat dibutuhkan untuk membantu tubuh membuat antibodi khusus melawan infeksi (Qiu *et al.*, 2017). Penelitian yang dilakukan oleh Muthumbi *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa perokok berhubungan dengan kejadian pneumonia pada usia dewasa (OR=2,19; 95% CI: 1,39–3,70). Selain itu, penelitian yang

dilakukan oleh Karisma *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa perokok berhubungan dengan tingkat keparahan pneumonia dibandingkan dengan orang yang tidak merokok (OR=19,33; 95% CI: 5,78–64,69).

Meskipun telah berhenti merokok, kerusakan yang disebabkan oleh merokok pada sistem pernapasan dapat meningkatkan risiko infeksi saluran pernapasan, termasuk pneumonia. Penelitian yang dilakukan oleh Muthumbi *et al.* (2017) telah menunjukkan bahwa mantan perokok memiliki risiko yang lebih tinggi untuk mengalami pneumonia dibandingkan dengan mereka yang tidak pernah merokok (OR=2,44; 95% CI: 1,38–4,72). Risiko pneumonia masih dapat berlanjut pada mantan perokok, karena kerusakan pada paru-paru dan sistem kekebalan tubuh dapat bertahan untuk jangka waktu yang lama.

b) Konsumsi Alkohol

Alkohol dapat memengaruhi sistem imun dan meningkatkan kerentanan tubuh terhadap infeksi bakteri melalui perubahan molekul yang berfungsi sebagai sinyal sitokin untuk koordinasi pertahanan tubuh. Asupan alkohol dapat menyebabkan penurunan fungsi neutrofil dan makrofag serta kelainan pada fungsi silia dan surfaktan di paru-paru. Pengaruh alkohol terhadap sistem kekebalan tubuh dapat terjadi melalui

konsumsi alkohol secara kronis maupun melalui konsumsi alkohol secara akut. Konsumsi alkohol dalam jangka panjang meningkatkan produksi sitokin, yang menyebabkan peradangan berlebihan dalam tubuh, sementara konsumsi alkohol jangka pendek dapat mengurangi produksi sitokin, sehingga mengakibatkan penurunan daya tahan tubuh. Hal ini menyebabkan konsumsi alkohol dapat menjadi salah satu faktor risiko pneumonia. Konsumsi alkohol > 40 gram/hari (setara dengan 2 gelas anggur) dapat mengganggu sistem kekebalan, sehingga dapat meningkatkan risiko pneumonia (Kornum *et al.*, 2012).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Rivero-Calle *et al.* (2019) pasien dengan konsumsi alkohol tinggi berisiko terkena pneumonia daripada pasien yang tidak mengonsumsi alkohol (OR=1,60; 95% CI: 1,49–1,72). Sebuah studi literatur juga mengkaji efek konsumsi alkohol dengan kejadian pneumonia, analisis dari penelitian-penelitian tersebut membuktikan bahwa risiko pneumonia lebih dari dua kali lipat pada orang yang mengonsumsi alkohol (OR=2,16; 95% CI: 1,05–4,48) (Simou, Britton and Leonardi-Bee, 2018).

4) Riwayat Penyakit Penyerta

Riwayat penyakit penyerta atau dikenal dengan istilah komorbid merupakan suatu kondisi dimana seseorang mengidap dua

atau lebih masalah kesehatan. Penyakit penyerta dapat berlangsung lama serta dapat disebabkan oleh sejumlah gangguan, seperti penyakit fisik, masalah mental, ataupun kombinasi dari keduanya (Kemenkes RI, 2020). Imunitas dapat melemah akibat penyakit penyerta. Semakin tua kondisi tubuh akan semakin rentan terhadap keparahan gejala klinis pneumonia akibat disfungsi sistem imun atau bahkan sistem imun yang terganggu. Hal ini mengakibatkan infeksi yang tidak terkendali akibat melemahnya imunitas, yang berujung pada kegagalan multiorgan, terutama pada organ atau sistem organ seperti ginjal, hati, jantung, dan paru-paru (Wasityastuti, Dhamarjati and Siswanto, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hernández-Vásquez *et al.* (2020) seseorang dengan satu penyakit penyerta memiliki risiko 2 kali lebih tinggi terkena pneumonia daripada orang yang tidak memiliki penyakit penyerta (OR=2,10; 95% CI: 2,01–2,20), sedangkan orang dengan dua penyakit penyerta memiliki risiko 3 kali lebih tinggi terkena pneumonia (OR=3,18; 95% CI: 3,01–3,37). Penyakit penyerta atau komorbiditas yang dapat menjadi faktor risiko pneumonia diantaranya adalah:

a) Penyakit paru obstruktif kronik (PPOK)

PPOK atau *Chronic Obstructive Pulmonary Disease* (COPD) adalah kondisi paru yang heterogen ditandai dengan gejala-gejala kronis pada respirasi (sesak napas, batuk, produksi

dahak, eksaserbasi) yang diakibatkan adanya kondisi tidak normal pada saluran napas dan/atau pada alveolus yang menyebabkan obstruksi saluran napas yang persisten, terkadang progresif (Marhana *et al.*, 2024). PPOK seringkali timbul pada usia pertengahan berhubungan dengan berbagai faktor risiko seperti merokok, polusi udara, usia, dan lain-lain (Kemenkes, 2019). PPOK disebabkan karena adanya interaksi gen dalam tubuh dengan paparan lingkungan yang terjadi selama masa hidup individu yang kemudian merusak paru (Marhana *et al.*, 2024).

PPOK merupakan gangguan obstruksi saluran napas yang diakibatkan berbagai kondisi yaitu inflamasi (peradangan) saluran napas, parenkim paru, pembuluh darah paru, perubahan struktur paru akibat peradangan tersebut, dan gangguan/disfungsi bersihan mukus (Sulistiyowati *et al.*, 2016). Penyakit ini dapat mengurangi pasokan oksigen ke darah karena terblokirnya jalan napas akibat peradangan dan rusaknya kantung udara.

Pada pasien PPOK, terdapat kerusakan struktural pada jaringan paru-paru yang mengakibatkan penurunan elastisitas dan obstruksi saluran napas. Proses peradangan kronis yang terjadi juga dapat meningkatkan jumlah bakteri di saluran pernapasan, sehingga meningkatkan risiko infeksi (Ulwan, Dewi

and Pramesti, 2021). Kolonisasi bakteri berkaitan dengan inflamasi jalan napas dan eksaserbasi penyakit PPOK. Riwayat infeksi paru-paru berat dapat menimbulkan penurunan fungsi paru dan meningkatkan gejala respirasi. Hal ini diduga karena adanya respons berlebihan dari saluran napas. Kerentanan terhadap infeksi virus berkaitan dengan faktor lain seperti daya tahan tubuh (Anissa, 2022).

Seseorang yang mengalami PPOK memiliki risiko terkena pneumonia karena 70-75% perburukan gejala PPOK disebabkan oleh infeksi bakteri seperti *Streptococcus pneumoniae* (Linerros *et al.*, 2023). Penelitian yang dilakukan oleh Fagerli *et al.* (2023) menunjukkan bahwa PPOK berhubungan dengan kejadian pneumonia pada usia ≥ 18 tahun (OR=3,67; 95% CI: 2,48–5,42).

b) Asma

Asma merupakan penyakit yang biasanya ditandai dengan inflamasi kronik saluran napas. Gejala asma yang sering muncul seperti mengi, sesak napas, *chest tightness* (rasa tertekan di bagian dada) dan batuk, yang bervariasi dari waktu ke waktu dan dalam intensitas, bersama-sama dengan variabel keterbatasan aliran udara ekspirasi (Lorensia, 2021).

Asma dapat menyerang individu dari segala usia, tetapi umumnya gejala pertama kali muncul pada masa kanak-kanak.

Prevalensi asma lebih tinggi pada anak-anak berusia 5-12 tahun, dengan banyak kasus yang terdiagnosis sebelum usia 10 tahun. Meskipun demikian, ada juga orang dewasa yang mengalami asma untuk pertama kalinya, yang dikenal sebagai *adult-onset asthma*, biasanya setelah usia 20 tahun.

Asma berhubungan dengan hiperaktivitas saluran napas baik terhadap stimulus secara langsung maupun tidak langsung dan berhubungan dengan inflamasi kronik saluran napas. Hiperaktivitas dan inflamasi dapat terjadi terus menerus, bahkan saat tidak ada gejala atau fungsi paru yang normal. Semakin berat penyakit, semakin berat perubahan saluran napas berupa peradangan kronik, yang berakibat meningkatnya kepekaan saluran napas terhadap berbagai rangsangan dari lingkungan seperti alergen, virus, polusi udara, obat-obatan dan bahan kimia yang memicu peradangan berikutnya (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2021).

Pada pasien asma didapatkan gangguan sel epitel saluran napas yang mengubah fisik dan fungsi barier sel epitel serta menimbulkan kelemahan dalam proses perbaikannya. Hal tersebut mengakibatkan individu mudah terkena infeksi virus yang akan merangsang sel dendritik imatur migrasi ke mukosa saluran napas. Sel epitel akan menjadi peka atau mudah

terangsang terhadap berbagai kondisi seperti infeksi pneumonia (Perhimpunan Dokter Paru Indonesia (PDPI), 2021).

Penelitian yang dilakukan oleh Rivero-Calle *et al.* (2019) menunjukkan bahwa asma berhubungan dengan kejadian pneumonia pada usia dewasa (OR=2,16; 95% CI: 2,07–2,26). Sebuah literatur juga menunjukkan bahwa penyakit asma berisiko terhadap kejadian pneumonia pada usia >18 tahun (OR=2,29; 95% CI: 1,77–2,97) (Li *et al.*, 2020).

c) Diabetes mellitus

Diabetes mellitus adalah suatu penyakit metabolik yang disebabkan karena ketidakmampuan tubuh untuk memetabolisme glukosa, lemak, dan protein karena ketiadaan insulin atau resistensi insulin sehingga menyebabkan hiperglikemi (Astuti, Sari and Merdekawati, 2022).

Kadar glukosa yang tinggi dapat meningkatkan kerentanan atau memperburuk infeksi. Kejadian infeksi lebih sering terjadi pada pasien dengan diabetes akibat munculnya lingkungan hiperglikemik yang meningkatkan virulensi patogen, menurunkan produksi interleukin, kerusakan fungsi neutrofil, dan lain-lain. Infeksi *Streptococcus pneumonia* dan virus influenza merupakan infeksi tersering yang diasosiasikan dengan diabetes (Soelistijo *et al.*, 2021).

Penatalaksanaan diabetes mellitus berupa terapi insulin memiliki efek samping yaitu terjadinya hipoglikemia. Efek samping lain berupa reaksi kekebalan tubuh terhadap insulin yang dapat menimbulkan alergi insulin atau resistensi insulin. Respon imun mengalami perubahan dan kerentanan terhadap infeksi yang meningkat pada pasien diabetes mellitus. Orang dengan diabetes mellitus memiliki kemungkinan lebih tinggi untuk terkena infeksi, termasuk infeksi pneumonia (Soelistijo *et al.*, 2021). Penelitian yang dilakukan oleh Fagerli *et al.* (2023) menunjukkan bahwa diabetes mellitus berhubungan dengan kejadian pneumonia pada usia ≥ 18 tahun (OR=2,21; 95% CI: 1,62–3,02).

d) Hipertensi

Hipertensi merupakan keadaan dimana terjadi peningkatan tekanan darah secara abnormal dan terus menerus pada beberapa kali pemeriksaan tekanan darah dapat disebabkan satu atau beberapa faktor risiko yang tidak berjalan sebagaimana mestinya dalam mempertahankan tekanan darah secara normal (Rahmadani *et al.*, 2025). Hipertensi adalah peningkatan tekanan darah sistolik ≥ 140 mmHg dan/atau diastolik ≥ 90 mmHg (Susanti *et al.*, 2024). Hipertensi merupakan salah satu masalah kesehatan yang tinggi prevalensinya di dunia dan dapat terjadi

pada individu dengan kelompok usia muda, dewasa, maupun lansia (Rahmadani *et al.*, 2025).

Hipertensi menyebabkan perubahan struktural dan fungsional pada pembuluh darah, termasuk di paru-paru, yang mengakibatkan penurunan elastisitas arteri dan disfungsi endotel. Sel-sel endotel diketahui memiliki efek pengaturan yang penting dalam sistem kardiovaskular. Endotel telah dideteksi pada arteri resistensi kecil manusia baik pada esensial maupun hipertensi sekunder. Endotel adalah selapis sel gepeng yang melapisi bagian terdalam dinding pembuluh darah dan ruang jantung. Endotel memiliki peran dalam proses pertahanan dinding pembuluh darah. Bila terdapat rangsangan, misalnya infeksi mikroorganisme, endotel akan teraktivasi. Endotel akan meningkatkan ekspresi kemokin, sitokin, dan molekul adhesi yang kemudian akan berinteraksi dengan leukosit dan platelet, dan menimbulkan reaksi inflamasi pada lokasi tertentu dengan tujuan menyingkirkan mikroorganisme (Suling, 2018).

Kondisi ini memicu gangguan aliran darah di jaringan paru, sehingga menghambat proses pertahanan alami tubuh terhadap infeksi. Selain itu, hipertensi kronis dapat menurunkan respons imun tubuh, baik melalui perubahan pada sel imun maupun gangguan regulasi inflamasi, sehingga memudahkan patogen seperti bakteri dan virus penyebab pneumonia untuk

berkembang (Yuskawati, Astuty and Wahyudi, 2024). Hipertensi dapat menyebabkan pembuluh darah pada paru-paru rusak dan tersumbat akibat tekanan darah tinggi yang tidak terkontrol (Ekasari *et al.*, 2021). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hernández-Vásquez *et al.* (2020) orang yang memiliki tekanan darah tinggi berhubungan dengan kejadian pneumonia (OR=2,41; 95% CI: 2,31–2,52).

e) Tuberkulosis

Tuberkulosis adalah penyakit menular kronis yang diakibatkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Bakteri ini umumnya menginfeksi jaringan paru-paru dan menyebabkan TB paru, tetapi juga dapat menginfeksi organ tubuh lainnya (TB ekstra paru) seperti pleura, kelenjar limfa, tulang, dan organ lain di luar paru-paru (Kemenkes, 2020).

Tempat masuk *mycobacterium* adalah saluran pernapasan, infeksi tuberkulosis terjadi melalui *airborn* yaitu melalui instalasi droplet yang mengandung bakteri yang berasal dari orang yang terinfeksi. Bakteri yang mempunyai permukaan alveolis cenderung tertahan di saluran hidung atau cabang besar bronkus dan tidak menyebabkan penyakit. Setelah berada dalam ruangan alveolus biasanya di bagian lobus atau paru-paru atau bagian atas lobus bawah bakteri ini membangkitkan reaksi inflamasi, leukosit polimortonuklear pada tempat tersebut dan

memfagosit namun tidak membunuh organisme tersebut. Setelah hari-hari pertama masa leukosit diganti oleh makrofag. Alveoli yang terserang akan mengalami konsolidasi dan timbul gejala pneumonia akut (Manurung *et al.*, 2023).

Tuberkulosis dapat menyerang individu dari berbagai kelompok usia, tetapi prevalensinya lebih tinggi pada kelompok tertentu berdasarkan daya tahan tubuh, aktivitas, dan kondisi kesehatan. Pasien dengan TB memiliki hubungan dengan kejadian pneumonia disebabkan oleh kerusakan paru-paru yang terjadi akibat infeksi TB, sehingga dapat memudahkan infeksi bakteri lain yang menyebabkan pneumonia (Burhan, Soeroto and Isbaniah, 2020). Kerusakan jaringan paru akibat infeksi TB dapat menciptakan lingkungan yang kondusif bagi patogen penyebab pneumonia untuk berkembang. Setelah infeksi TB, meskipun pengobatan telah tuntas, banyak pasien mengalami kerusakan struktural permanen pada struktur paru-paru, seperti fibrosis, bronkiektasis, dan kavitas, yang mengganggu mekanisme pertahanan saluran napas (Darmawan, Artawan and Rini, 2025). Kerusakan ini mempermudah masuknya mikroorganisme patogen baru ke dalam paru-paru, sehingga meningkatkan risiko infeksi sekunder, termasuk pneumonia.

Infeksi TB menyebabkan respons imun yang kompleks dan dapat meninggalkan dampak jangka panjang berupa

penurunan efektivitas sistem imun lokal di paru. Penelitian yang dilakukan oleh Muthumbi *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa riwayat TB > 2 tahun dan < 2 tahun memiliki risiko untuk terkena pneumonia dengan OR berturut-turut (OR=4,38; 95% CI: 1,18–16,31), dan (OR=7,51; 95% CI: 0,72–77,95).

f) Anemia

Anemia atau yang dikenal dengan istilah kurang darah merupakan masalah kesehatan yang ditandai dengan kadar hemoglobin dalam darah yang lebih rendah dari batas normal, yang ditetapkan berdasarkan usia, jenis kelamin, dan status fisiologis individu, yaitu pada pria >15 tahun dengan Hb <13 g/dL, dan wanita >15 tahun (non hamil) dengan Hb <12 g/dL (Kemenkes, 2018).

Anemia dapat menyebabkan penurunan kadar hemoglobin dalam darah, yang berfungsi mengangkut oksigen ke jaringan tubuh, termasuk paru-paru. Ketika kadar oksigen berkurang, fungsi paru-paru dapat terganggu, sehingga meningkatkan risiko infeksi seperti pneumonia. Hipoksia jaringan yang disebabkan oleh anemia memperburuk mekanisme pertahanan paru-paru dan mengurangi efektivitas sistem kekebalan tubuh. Seseorang yang menderita anemia berisiko mengalami penurunan daya tahan tubuh yang berakibat mudah terkena penyakit infeksi dan menderita berbagai

gangguan kesehatan, termasuk pneumonia (Krihariyani *et al.*, 2024).

Anemia dapat menyerang berbagai kelompok usia dan jenis kelamin, tetapi prevalensinya lebih tinggi pada anak-anak, remaja putri, wanita hamil, dan lansia. Penelitian menunjukkan bahwa anemia pada pasien dewasa usia >19 tahun dapat memperburuk kondisi klinis dan berhubungan dengan lama rawat inap pada pasien pneumonia (Yuskawati, Astuty and Wahyudi, 2024). Penelitian yang dilakukan oleh Muthumbi *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa anemia pada laki-laki berhubungan dengan kejadian pneumonia dengan risiko 2 kali lipat dibandingkan dengan laki-laki yang tidak mengidap anemia (OR=2,32; 95% CI: 1,34–4,00), sedangkan anemia pada perempuan berisiko 3 kali lipat pada pneumonia dibandingkan dengan perempuan yang tidak mengidap anemia (OR=3,25; 95% CI: 1,70–6,20).

c. Faktor *Environment*

1) Kepadatan Hunian

Kepadatan hunian dapat menyebabkan peningkatan suhu udara akibat pelepasan panas dari tubuh, yang pada gilirannya meningkatkan kelembapan karena uap air dari pernapasan. Semakin banyak penghuni di dalam rumah, semakin cepat udara di ruangan tersebut terkontaminasi oleh gas atau bakteri (Sijabat and

Arbaningsih, 2021). Tinggal di lingkungan yang padat (>10 orang) dalam satu rumah dapat meningkatkan risiko terjadinya pneumonia karena kualitas udara yang buruk, sehingga berbagai mikroorganisme dapat dengan mudah menyebar di area yang padat.

Sebuah studi yang dilakukan oleh Sijabat dan Arbaningsih (2021) menunjukkan bahwa pasien dewasa yang tinggal di rumah dengan kepadatan tinggi memiliki risiko lebih besar untuk mengalami pneumonia. Analisis statistik menggunakan uji *chi-square* menemukan nilai p sebesar 0,041 ($p < 0,05$), menunjukkan hubungan bermakna antara kepadatan hunian dan kejadian pneumonia. Penelitian yang dilakukan Bahri, Raharjo and Suhartono (2022) juga menunjukkan bahwa kepadatan hunian berhubungan dengan kejadian pneumonia (OR=2,75; 95% CI: 1,35–5,6).

2) Penggunaan Bahan Bakar dalam Memasak

Penggunaan bahan bakar memasak, seperti biomassa (kayu, kotoran hewan), batu bara, minyak tanah dan bahan bakar lainnya merupakan salah satu pendorong utama polusi udara dalam ruangan yang berkelanjutan serta merupakan salah satu penyebab utama dalam ISPA (Ariano *et al.*, 2019).

Asap yang dihasilkan dari pembakaran batu bara maupun arang diketahui mengandung bahan kimia yang berbahaya seperti nitrogen oksida, ozon, karbon monoksida, dan partikel yang dapat

menyebabkan iritasi pada paru dan saluran pernapasan. Zat-zat pengiritasi tersebut dapat melemahkan pertahanan tubuh terhadap infeksi dan meningkatkan risiko infeksi pernapasan termasuk penyakit paru obstruktif kronik dan pneumonia (Shen *et al.*, 2009). Penelitian yang dilakukan Amelia and Marita (2023) menunjukkan bahwa ada hubungan bermakna antara kebiasaan menggunakan kayu bakar untuk memasak dengan kejadian pneumonia di Desa Pemetung Basuki Wilayah Kerja UPTD Puskesmas Pemetung Basuki Kabupaten OKU Timur.

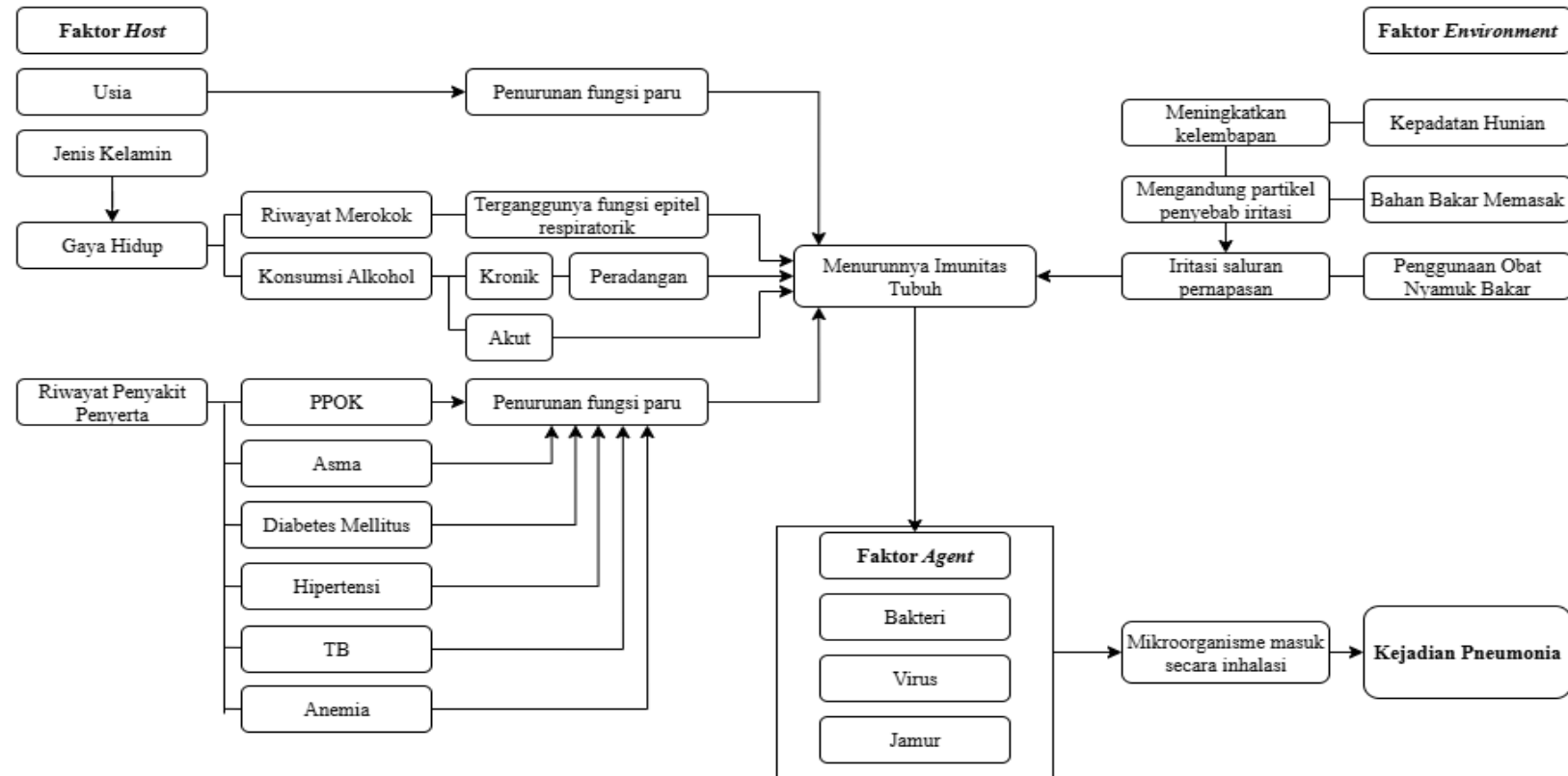
3) Penggunaan Obat Nyamuk Bakar

Obat nyamuk bakar dapat merugikan kesehatan karena pembakaran asapnya seperti CO, CO₂, dan partikel lainnya dapat mengiritasi saluran pernapasan dan menimbulkan sakit yang bertahan lama (Ariano *et al.*, 2019). Obat nyamuk bakar melepaskan beberapa komponen yang dapat mencemarkan udara yang bersifat karsinogenik.

Asap pembakaran dari obat nyamuk yang terhirup dapat menyebabkan gangguan pernapasan, iritasi mata, serta iritasi pada saluran pernapasan. Infeksi pada saluran pernapasan dapat menyebabkan penurunan imunitas tubuh dan komplikasi seperti pneumonia (Shofi Nilamsari and Ari Rahmawati Putri, 2022). Paparan berulang terhadap asap obat nyamuk bakar dapat menyebabkan masalah kesehatan jangka panjang, termasuk PPOK

dan meningkatkan kerentanan terhadap pneumonia berulang. Penelitian yang dilakukan oleh Hasanah and Santik (2021) menunjukkan bahwa penggunaan obat nyamuk bakar berhubungan dengan kejadian pneumonia (OR=3,5; 95% CI: 1,27–9,64).

B. Kerangka Teori



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

Sumber: Modifikasi Teori John Gordon (1950), Pangandaheng *et al.* (2023), Jain *et al.* (2023), Kemenkes (2021b), Anwari *et al.* (2025), Jankovic *et al.* (2025), Ardiana (2021), Kornum *et al.* (2012), Anissa (2022), Soelistijo *et al.* (2021), Suling (2018), Burhan, Soeroto and Isbaniah (2020), Krihariyani *et al.* (2024)